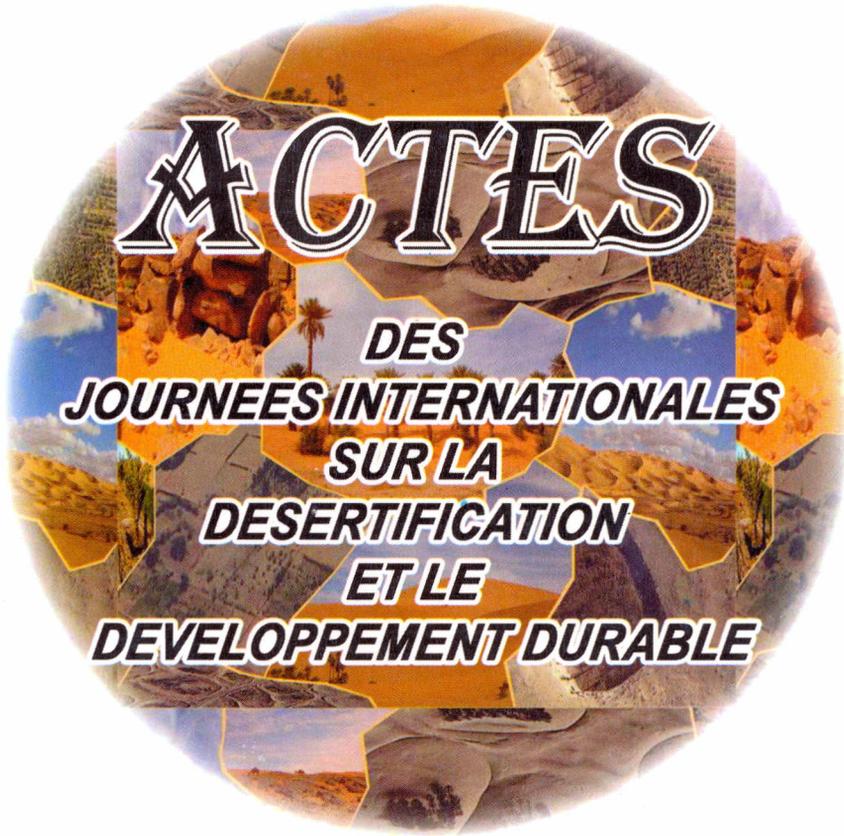


République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

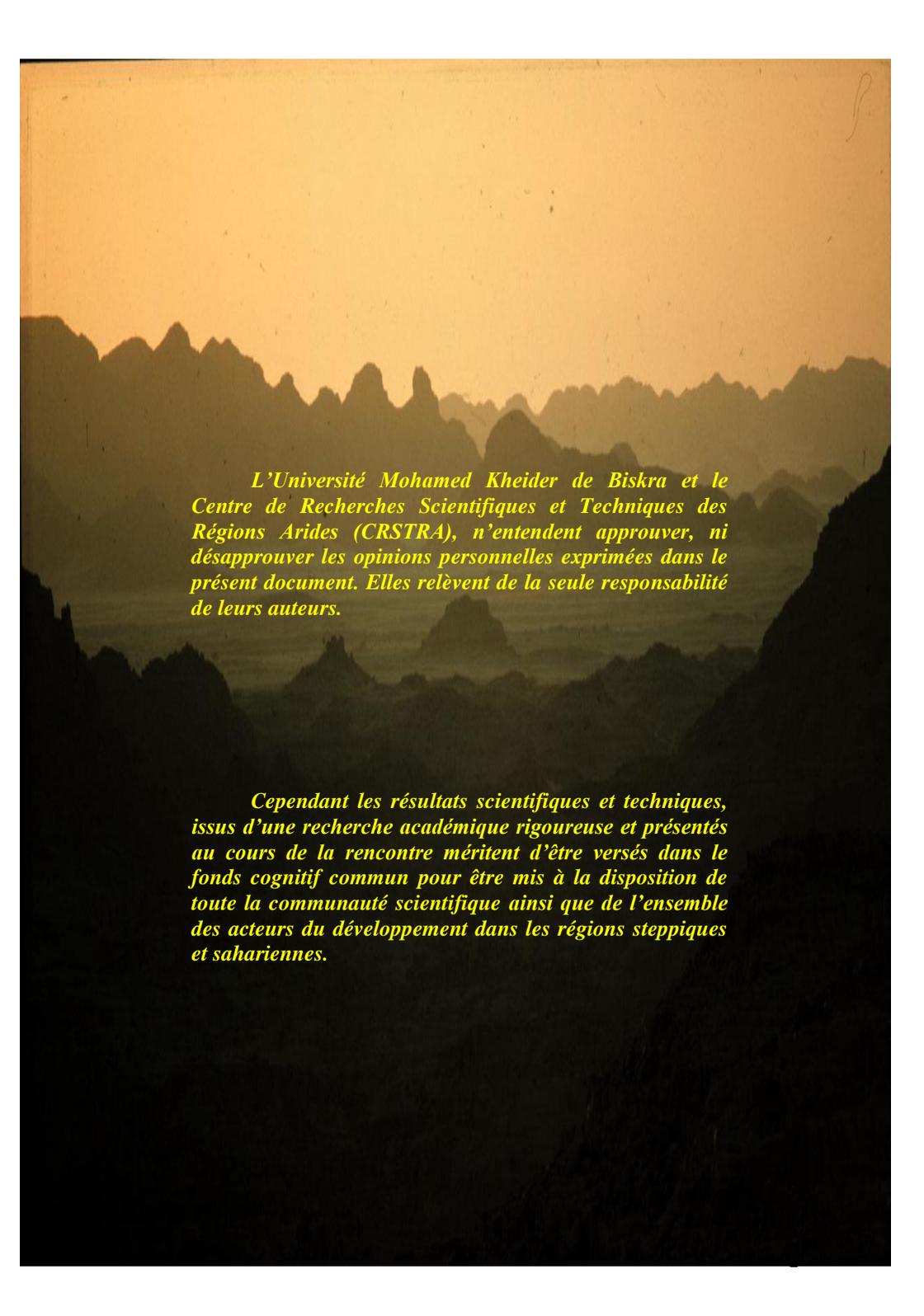
Sous le Patronage de Monsieur le Ministre de l'Enseignement Supérieur et de
la Recherche Scientifique et de Monsieur le Wali de Biskra
Le Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides
et l'Université Mohamed kheider de Biskra
avec le concours de l'Accord EUR-OPA Risques Majeurs



Organisées à Biskra du 10 au 12 Juin 2006



Désert et Désertification - Journée Mondiale de l'Environnement



L'Université Mohamed Kheider de Biskra et le Centre de Recherches Scientifiques et Techniques des Régions Arides (CRSTRA), n'entendent approuver, ni désapprouver les opinions personnelles exprimées dans le présent document. Elles relèvent de la seule responsabilité de leurs auteurs.

Cependant les résultats scientifiques et techniques, issus d'une recherche académique rigoureuse et présentés au cours de la rencontre méritent d'être versés dans le fonds cognitif commun pour être mis à la disposition de toute la communauté scientifique ainsi que de l'ensemble des acteurs du développement dans les régions steppiques et sahariennes.

Avant Propos

Une simple annonce sur le site du CRSTRA, un peu tardive d'ailleurs, et voilà une affluence des plus surprenantes : plus de deux cents propositions de communications ..., venant de pratiquement tout le territoire national et même de l'extérieur, de tous les secteurs de formation et d'enseignement supérieurs, de la recherche scientifique aussi ; mais très peu de professionnels. Pas même des départements ministériels chargés des questions de « désertification et de développement durable » ! Deux remarques s'imposent à l'observateur attentif aux contenus de ce type de rencontres :

- La première a trait à la thématique proposée aux débats. Les termes de référence ont presque toujours pour cadre logique les disciplines scientifiques prises séparément, voire des spécialités techniques qui finissent par tronçonner le thème à débattre en micro problèmes dont il sera impossible d'en faire la synthèse pour obtenir un minimum de sens en rapport avec l'objet de la rencontre.

- La deuxième remarque est relative aux propositions de communications qui reprennent généralement qui un mémoire, qui une thèse, qui même un papier servi ailleurs, dans une autre rencontre n'ayant que peu de rapport avec le cadre proposé. L'effort demandé par les organisateurs pour se concentrer sur la thématique en débat n'est que très rarement pris en considération. Exiger la pluridisciplinarité ou la simple mobilisation des différentes spécialités pour aborder de façon originale, inventive, ingénieuse et judicieuse, simple être une préoccupation urgente à inscrire en priorité de toutes les recommandations possibles.

Il est bien entendu concevable de s'arrêter un petit instant, comme le ferait un étudiant appliqué, sur le thème proposé, réfléchir à quelques unes de ses dimensions les plus importantes, en plus de celles qui se rapportent directement à notre domaine de compétence scientifique et technique. Le but de l'exercice serait de considérer toutes les approches possibles, celle qui permettent un éclairage original, inédit, ou à tout le moins nouveau par rapport à ce qui se « rabache » à longueur de séminaires, comme si l'imagination devait obligatoirement s'opposer à la rationalité académique. Il ne s'agit aucunement de faire compliqué. Bien au contraire ! Il est question de sortir des sentiers battus du discours dominant afin d'envisager autre chose que des recommandations généralistes que l'on s'adresse d'ailleurs qu'à soi-même. Approfondir la réflexion sur un thème aussi important doit pouvoir nous conduire à au moins trois finalités opérationnelles principales :

1 – Améliorer, enrichir, approfondir, actualiser les programmes d'enseignement et de formation professionnels supérieurs, ainsi que ceux des autres niveaux d'instruction, d'éducation et d'apprentissage technique.

2 – Elargir le champ de la recherche scientifique en défrichant certaines pistes que les conditions normatives classiques ne permettent pas d'envisager en l'état actuel des connaissances acquises. Ce qui revient à proposer de nouvelles problématiques, sinon des hypothèses neuves et des approches méthodologiques permettant d'aller à l'essentiel, sans sacrifier le reste.

3 – Rendre possible la collaboration interdisciplinaire pour mettre en commun les savoirs et les savoir-faire de plusieurs spécialités, sans quoi leurs travaux finiraient par être tout à fait hermétiques au sens commun, à force de renforcer les cloisons qui les séparent des autres disciplines scientifiques et du reste des spécialités techniques, voire du réel qu'elles sont censées traiter.

A ce moment là, nos rencontres ne ressembleraient plus à ce défilé de redites, coûteuses, emuyeuses et ne possédant aucune espèce de portée opératoire. Pire encore qu'un cours qui n'en finit pas de dire les mêmes banalités aux mêmes personnes, gavées d'inanités et assoiffées de sens, d'utilités, d'opérationnalité ... Et cela même si, parmi les recommandations, celle qui appelle à la prise en compte de la sécheresse comme risque majeur, représente un acquis indéniable. Mais qui prendra en charge cette généreuse et tellement justifiée revendication ? Fayçal ababsa smati, agronome, INRAA/Ouargla.

Sommaire

- **Avant Propos** (p. 5)
- I- Objectifs** (p. 8)
- II- Comité Scientifique** (p. 8)
- III- Comité d'Accueil** (p. 8)
- IV- Secrétariat** (p. 8)

Conférences introductives

- Conservation de la biodiversité et développement durable : éléments critiques pour contrer la désertification. Etude de cas en zone steppique. **Moreau S., Gaouar A. Abbas S.** (p. 11)
- La sécheresse et la désertification : Risques Majeurs. **Massué J. P.** (p. 25)
- Les sols des régions arides d'Algérie. **Halitim A.** (p. 29)
- Lutte contre la désertification en Tunisie. **Ferchichi A.** (p. 37)
- Ressources en eau au Sahara et leur impact environnemental. **Khadraoui A.** (p. 49)
- La biodiversité et le développement durable en Algérie. **Kadik B.** (p. 55)
- Un Plan Directeur pour un développement durable des régions sahariennes. **Hannachi S. et Maane H.** (p. 71)
- Patine du désert. **Schwoerer M., Ney C., Ben Amara A. & Massué J.-P.** (p. 83)
- Stratégies paysannes de lutte contre la désertification en milieu saharien. **F. Ababsa S.** (p. 91)

Communications orales

- Thème I :** *L'écosystème steppique et sa protection* (p. 97)
- Thème II :** *Optimisation de l'exploitation des ressources hydriques* (p. 305)
- Thème III :** *Agriculture en milieu aride pour un aménagement durable* (p. 397)

Posters

- Socioéconomie* (p. 547/548)
- Biodiversité* (p. 549/563)
- Energies renouvelables* (p. 564/566)
- Entomologie* (p. 567/568)
- Fertilisation* (p. 569/572)
- Lutte contre l'ensablement* (p. 573/575)
- Lutte contre la salinisation des terres* (p. 576)
- Pastoralisme* (p. 577/579)
- Patrimoine génétique* (p. 580/582)
- Potentialités hydriques* (p. 583/586)
- Productions agricoles* (p. 587/591)
- Techniques d'exploitation et de valorisation* (p. 592/601)
- Divers* (p. 602)

Recommandations

Recommandations Générales (p. 605)

Recommandations par Atelier (p. 607)

ATELIER I : *L'écosystème steppique et sa protection* (p. 607)

ATELIER II : *Optimisation de l'exploitation des ressources hydriques* (p. 608)

ATELIER III : *Agriculture en milieu aride pour un aménagement durable* (p. 609)

I- Sur la biodiversité dans les Oasis (p. 609)

II- Sur l'Irrigation – Drainage (p. 609)

III- Sur l'orientation des recherches agronomiques en milieu saharien (p. 609)

IV- I. Objectifs

Les journées d'études internationales qu'organise le CRSTRA en collaboration avec l'Université Mohamed Kheider de Biskra, constituent pour nous, une opportunité d'évaluation des expériences menées en matière de lutte contre la désertification.

Elles interviennent à un moment ou bon nombre de pays conscients des conséquences de la désertification, célèbrent la journée mondiale de l'environnement, dédiée cette année aux déserts. Au-delà des aspects évaluations des différentes expériences menées, il s'agit également de dégager les voies et moyens qui peuvent conduire au développement durable des écosystèmes sensibles des zones arides fortement menacées, dans la perspective de la stabilisation des établissements humains.

Thème I : L'écosystème steppique et sa protection

- Biodiversité et utilisation durable des ressources biologiques
- Lutte contre l'ensablement
- Mise en défens des terres montagneuses
- Pastoralisme actuel de l'écosystème steppique

Thème II : Optimisation de l'exploitation des ressources hydriques

- Potentialités hydriques des régions arides
- Techniques d'exploitation et de valorisation
- Lutte contre la salinisation des terres

Thème III : Agriculture en milieu aride pour un aménagement durable

- Productions agricoles
- Patrimoine génétique
- Irrigation - drainage
- Fertilisation
- Energies renouvelables
- Aspects Socio- économiques

II- Comité Scientifique

<i>Noms et Prénoms</i>	<i>Structure</i>
M. HALITIM Amor	Université de Batna
M. KADIK Bachir	USTHB
Melle LAKHDARI Fattoum	CRSTRA Biskra
M. GAOUAR Abdelaziz	Université de Tiemcen
M. BRINIS Louhichi	Université de Annaba
M. ABDELGUERFI Aissa	INA Alger
M. ETSSOURI Kaddour	INA Alger
M. BELHAMRA Mohamed	Université de Biskra
M. NEDJAHY Abdellah	INRF Alger
M. MOSTEFAOUI Toufik	CRSTRA Biskra
Mme SAIGHI Saïda	Université de Biskra
M. BENAZIZA Abdelaziz	Université de Biskra
M. KHADRAOUI Abderrazak	AB/Hydrographique Ouargla
Fayçal ABABSA Smati	UERS/INRAA Ouargla

<i>III- Comité d'Accueil</i>	<i>IV- Secrétariat</i>
Mr BOUKHIL Khaled	Melle REZZAG Assia
Mme CHALABI Khadija	Melle HANAFI Asma
Melle KORICHI Assia	Mr ASSAMI Tarek
Mr FARHI Yacine	Mme NEZZAR Nadjetta
Mr KELLOU Yacine	Melle MERIDJA Wafa
	Melle ADJADJ SAMIRA
	Mr CHOKRI Charefeddine
	Melle BOUDMAGH Farida
	Melle HOUHOU Samira

Editeurs scientifiques : Fayçal Ababsa Smati (INRAA/UERS Ouargla) & Lakhdari Fattoum (CRSTRA Biskra)

Communications

Introductives

Communications	Auteurs	Pages
Conservation de la biodiversité et développement durable : éléments critiques pour contrer la désertification – étude de cas en zone steppique –	<i>Moreau S., Gaouar A. Abbas S.</i>	11
La sécheresse et la désertification : Risques Majeurs.	<i>Massué J. P.</i>	25
Les sols des régions arides d'Algérie	<i>Halitim A.</i>	29
Lutte contre la désertification en Tunisie.	<i>Ferchichi A.</i>	37
Ressources en eau au Sahara et leur impact environnemental	<i>Khadraoui A.</i>	49
La biodiversité et le développement durable en Algérie	<i>Kadik .B</i>	55
Un Plan Directeur pour un développement durable des régions sahariennes.	<i>Hannachi S. et Maane H.</i>	71
Patine du désert.	<i>Schvoerer M., Ney C., Ben Amara A. & Massué J.-P.</i>	83
Stratégies paysannes de lutte contre la désertification en milieu saharien	<i>Fayçal Ababsa Smati</i>	91

**CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE ET DEVELOPPEMENT
DURABLE : ELEMENTS CRITIQUES POUR CONTRER LA
DESERTIFICATION**

Moreau S.¹, Gaouar A.², Abbas S.³

¹Consultante internationale, spécialiste en planification pour la conservation de la biodiversité et le développement durable et en aménagement du territoire.

²Professeur de l'Université de Tlemcen, expert en pédologie et gestion des milieux arides et semi-arides.

³Professeur de l'Université de Biskra, experte en sociologie rurale.

RESUME

L'intégration du concept de développement durable à l'objectif premier de conservation des aires naturelles constitue une approche nouvelle dans le panorama algérien. En effet jusqu'à la réalisation du projet G35 PNUD/FEM/DGF-MADR (2005-2006) de formulation de plans de gestion en zone steppique et subsaharienne, aucune action d'appui aux populations locales pour mener des activités productives au sein d'aires protégées n'était envisagée. Bien que la loi 2003-10 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable prévoit de nouvelles catégories d'aires protégées permettant l'exploitation rationnelle des ressources naturelles, le seul système de zonage défini par la législation pour les parcs nationaux (Décret No.83-458) n'autorise aucune utilisation économique des ressources naturelles si ce n'est en zone périphérique.

La présente communication traite des enjeux rencontrés dans le cadre du projet G35 de formulation de plans de gestion d'aires protégées en milieu steppique alliant conservation de la biodiversité et développement durable. Elle dégage les apports méthodologiques visant à contrer la désertification : approche interdisciplinaire et participative, reconnaissance de l'organisation et de la gestion traditionnelle du territoire, spatialisation d'information traditionnellement non cartographiée, analyse des activités sectorielles, des pressions et de la viabilité de la biodiversité, adoption d'un nouveau type de zonage permettant l'utilisation économique rationnelle des ressources.

La prise en compte des aires de gestion traditionnelle des ressources et des activités socio-économiques des populations locales *in situ* et *ex situ* est cruciale pour assurer leur contribution à la protection du patrimoine naturel.

PROBLEMATIQUE

La mise en œuvre des politiques et programmes étatiques, le cadre juridique et le milieu humain (facteurs socio-économiques), influent sur la dégradation des ressources naturelles et l'érosion de la biodiversité en milieu steppique algérien.

En ce qui concerne les politiques et programmes, bien qu'élaborés, au niveau national, pour assurer un développement durable respectueux de la biodiversité, on assiste, au niveau local, à l'émergence de problèmes divers lors de leur application causés, en particulier, par un manque de :

- concertation / coordination intersectorielle ;
- concertation entre les différents paliers (national, régional et local) ;
- formation de l'administration locale pour leur application efficace ;
- connaissance des milieux biophysique et humain et des besoins des populations, spécifiques à chaque région pour assurer leur pertinence et leur durabilité.

Cela entraîne une absence de cohésion et souvent des duplications entre les projets des différents programmes et/ou secteurs. Prenons l'exemple de projets

du Fonds National de Régulation et de Développement Agricole (FNDA), du Programme Prioritaire de Développement Rural (PPDR) et du Haut Commissariat pour le Développement de la Steppe (HCDS), réalisés la plupart du temps de façon indépendante, sans coordination dans l'espace et sur la base de données biophysiques statiques très limitées et souvent non actualisées.

Par ailleurs, cela peut occasionner, dans certains cas, la dégradation de ressources naturelles, tels : la salinisation de sols par le développement de projets d'irrigation inappropriés, un appauvrissement floristique causé par des projets agricoles ne tenant pas compte des aptitudes/potentialités du milieu, une désarticulation des modes de gestion traditionnelle des ressources par la réalisation de programmes d'habitat inadaptés aux besoins des populations locales souvent semi-nomades...

Au niveau du cadre juridique, un nombre considérable de textes ont été adoptés dans les domaines de l'aménagement, de l'environnement et de la biodiversité.

Il existe cependant un problème d'articulation entre ceux-ci et entre les structures qu'ils mettent en place, ainsi qu'un problème d'ancrage par rapport aux collectivités territoriales.

- En ce qui concerne la question foncière, comme l'expose Bendjaballah (2001) la *Loi 90-30 du 1^{er} décembre 1990 portant loi domaniale* et la *Loi 90-25 du 18 novembre 1990 portant loi d'orientation foncière* posent le problème du devenir des terres de statut archs – concernant souvent des terres de parcours en milieu steppique – 'oubliées' par le législateur. La problématique de ces terres réside dans le fait qu'elles sont intégrées au domaine privé de l'Etat alors qu'elles continuent d'être revendiquées par leurs possesseurs initiaux. Cela conduit à des usages illicites ou irrationnels. L'article 64 de la Loi d'orientation foncière reconnaissant des droits de jouissance traditionnelle sur les terres de parcours et alfatières, consentis collectivement selon des modalités déterminées par une loi particulière, et non des droits de propriété individuelle et/ou collective, favorise la surexploitation des ressources naturelles, les utilisateurs ne se sentant pas responsables du devenir du bien dont ils ne sont pas propriétaires.

- En matière de législation relative à la gestion des aires protégées, suite à la ratification de la *Convention pour la Protection du Patrimoine Mondial Culturel et Naturel* (1973) et de la *Convention de Ramsar relative aux zones humides d'importance internationale* (1982), c'est avec la *loi 83-03 du 05 février 1983 relative à la protection de l'environnement* que naissent les premiers instruments juridiques pour la création de parcs nationaux et de réserves naturelles. Cette loi a été complétée par le *décret n°83-458 fixant le statut type des parcs nationaux* et le *décret n°87-143 fixant les règles et modalités de classement des parcs nationaux et réserves naturelles*. Le décret 83-458 spécifie les 'classes' / zonage définissant la structure d'un parc national, soit : Réserve intégrale ; Zone primitive ou sauvage ; Zone à faible croissance ; Zone tampon ; Zone périphérique. À l'exception de la Zone primitive. Il y est mentionné que seule la zone périphérique du parc peut faire l'objet d'une mise en valeur dans le respect des dispositions de l'article 4 dudit décret.

Aucune exploitation rationnelle /durable des ressources naturelles n'est donc prévue. Par ailleurs, la *nouvelle loi 2003-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable* présente de nouvelles catégories d'aires protégées. Il est maintenant possible de

classer une aire protégée en : *parc national, réserve naturelle intégrale, monument naturel, aire de gestion des habitats ou des espèces, paysage terrestre ou marin protégé, ou en aire protégée de ressources naturelles gérées*. Cependant, cette loi ne donne aucune définition de ces différentes catégories. Par ailleurs, *l'avant-projet de loi relatif aux "aires protégées dans le cadre du développement durable"*, proposé en juillet 2005 par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) au Secrétariat Général du Gouvernement, actuellement à l'étude par les différents ministères concernés, reprend les définitions des catégories d'aires protégées de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN, 2003). Il ne proposait, à l'origine que la seule typologie de zonage prévue par le décret 83-458 relatif aux parcs nationaux. Le texte est en cours de modification afin de refléter les caractéristiques des différentes catégories d'aires protégées par un zonage spécifique à chacune d'elle.

En ce qui a trait au milieu humain, les pratiques et us des populations sont mal connus. Les zones d'influence des organisations traditionnelles (archs, kabilas, mechtates, ...) ne sont pas répertoriées. Leurs modes / mécanismes de gestion des ressources naturelles et la dynamique saisonnière de leurs activités socio-économiques ne sont pas documentés. Les données statistiques officielles concernant le cheptel sont sous estimées. La compréhension du milieu humain, en concertation avec les populations locales, est un élément vital pour appréhender et maîtriser les impacts sur le milieu naturel, lutter contre la dégradation des ressources et assurer la réussite des programmes et projets et l'adéquation des plans de gestion pour la conservation et le développement durable.

PRESSIONS

Les combinaisons multiples de ces trois composantes – politiques et programmes, cadre juridique, milieu humain – ainsi que l'absence de plans de gestion des parcours basés sur les vulnérabilités et potentialités des sols et des formations végétales et sur la disponibilité des ressources hydriques, génèrent des pressions sur le milieu steppique. Les principales sources de pressions directes sont :

- **le surpâturage** provenant d'une gestion inappropriée du pastoralisme, principalement ovin et caprin, ne tenant pas compte de la fragilité et des potentialités des ressources naturelles. Ce surpâturage conduit à la compaction des sols et à l'érosion de leur horizon supérieur. Les sols des plaines steppiques étant en majorité des sols peu évolués (Lithosols, Aridisols, Fluvisols), les particules en surface sont facilement déstabilisées ; elles se déplacent sur une faible distance et s'accumulent créant un effet d'arénisation.

Le surpâturage entraîne également la perte du couvert végétal et une érosion du patrimoine floristique. Il provoque la disparition d'espèces caractéristiques, parfaitement adaptées aux facteurs écologiques, par la transformation de faciès steppiques d'alfa (*Stipa tenacissima*) ou d'armoise blanche (*Artemisia herba alba*) en groupements anthropiques improductifs d'armoise champêtre (*Artemisia campestris*) et de *Peganum harmala*.

Ce phénomène est accentué par la location illicite de terres domaniales à des transhumants d'autres communes pour l'obtention de revenus supplémentaires,

pourtant si insignifiants par rapport aux coûts que représenteraient les réhabilitations pour remédier aux dégradations engendrées ;

▪ **les pratiques agricoles, culturelles et d'irrigation, irrationnelles** tels : les labours destructeurs (le plus souvent pratiqués dans le sens de la pente) favorisant l'érosion. Les cultures inadaptées aux potentialités climatiques, pédologiques et hydriques du territoire, ne permettant ni une rentabilité économique, ni la conservation des faciès autochtones favorables à la protection du milieu et aux activités économiques traditionnelles. La concentration de forages contribuant à une surexploitation des eaux souterraines. Le prélèvement d'eau de nappes phréatiques saumâtres pour une irrigation en sols argileux contribuant à la salinisation/sodification des sols.

▪ **le prélèvement de végétation ligneuse et de sable et graviers** provoquant la destruction d'habitats.

Ces sources de pression conduisent, entre autre, aux pressions suivantes sur la biodiversité :

- perte du couvert végétal/fragmentation du biotope/perturbation de la connectivité ;
- perturbation des cycles phénologiques des groupements végétaux ;
- perturbation/réduction des zones de gagnage et de nidification ;
- baisse d'effectifs d'espèces faunistiques ;
- réduction de la diversité faunistique et floristique avec déclin de certaines espèces.

Elles entraînent une modification du fonctionnement hydrologique, une érosion accentuée et la désertisation/**désertification**.

ENJEUX DANS LE CADRE DE LA FORMULATION DE PLANS DE GESTION D'AIRES PROTÉGÉES

Un enjeu majeur dans la formulation de plans de gestion d'aires protégées est d'intégrer et d'harmoniser les trois composantes - politiques et programmes, cadre juridique, milieu humain - afin d'appréhender, de limiter et de maîtriser du mieux possible les phénomènes contribuant à la dégradation du milieu biophysique et à l'érosion de la biodiversité. Les méthodologies les plus innovantes en matière de formulation de plans de gestion d'aires protégées, intégrant le concept de développement durable aux objectifs de conservation de la biodiversité, tiennent compte partiellement de cet enjeu. Elles font intervenir :

- ✓ le choix des objets de conservation (flore, faune, habitats à préserver) et l'analyse de leur viabilité ;
- ✓ l'analyse des pressions et sources de pression en prenant en considération les acteurs et leurs actions ;
- ✓ le développement de stratégies et d'actions de conservation et de mesures de succès (Ervin, J. 2003 ; The Nature Conservancy, 2003 et 2004).

Cependant, ces méthodologies ne comportent pas d'outils permettant d'effectuer une analyse systématique de l'impact des politiques et programmes, du cadre juridique et du milieu humain, dans toutes ses facettes. Elles n'accordent que peu de place à la spatialisation des connaissances, ne considérant que les cartes thématiques traditionnelles (milieu physique, végétation, objets de conservation) et, dans certains cas celles des pressions, sans illustrer les dynamiques spatio-temporelles, les vulnérabilités et potentialités des milieux, ni les actions à mener.

Ces méthodologies qui prônent la participation des acteurs ne possèdent pas de mécanisme assurant la réalisation effective de cette participation. Les apports méthodologiques (Moreau, 2005) contribuant à optimiser la formulation de plan de gestion et permettant de juguler précisément, dans l'espace et dans le temps, les phénomènes de dégradation des ressources naturelles, sont :

- ✓ une approche interdisciplinaire et participative,
- ✓ la reconnaissance des organisations traditionnelles et de leurs modes de gestion du territoire qu'ils occupent,
- ✓ la spatialisation de l'information usuellement non cartographiée,
- ✓ l'analyse et l'intégration des activités sectorielles,
- ✓ l'adoption d'un nouveau type de zonage permettant l'utilisation économique rationnelle des ressources,
- ✓ l'élaboration de produits d'aide à la prise de décision et à la gestion durable du milieu, présentés ci-après.

Approche interdisciplinaire et participative

Le travail, en groupe, de professionnels des différentes disciplines de base : hydrologie, géologie, pédologie, écologie, faune, socio-économie, planification et droit, constitue un facteur essentiel pour assurer une analyse intégrée du territoire. L'analyse conjointe des thématiques permet une synergie et un enrichissement mutuel. L'apport du spécialiste en groupements végétaux pour la détermination des zones de gagnage et de refuge des mammifères et de l'avifaune, et celui du spécialiste en hydrologie pour la détermination des points d'eau disponibles en période sèche pour l'abreuvement de la faune sauvage, sont cruciaux. Les échanges entre les experts en écologie, pédologie et géologie, pour optimiser la production des cartes des affleurements géologiques, des sols et des groupements végétaux, devant avoir une cohésion entre elles, sont également essentiels. L'analyse du développement socio-économique durable des populations locales est considérablement renforcée par la compréhension de l'infrastructure hydraulique existante ou réalisable pour l'abreuvement du cheptel et la réhabilitation de zones de parcours, ainsi que par la meilleure connaissance de la sensibilité des sols à l'érosion, de la vulnérabilité de certains groupements végétaux en fonction de la composition des espèces et du taux de recouvrement. Les décisions relatives à la définition des objectifs et des actions du plan de gestion doivent être prises de façon collective interdisciplinaire.

Par ailleurs, il est nécessaire que le plan de gestion – qui doit s'adresser aux communautés locales, aux gestionnaires du site, aux services étatiques, aux organismes/associations de protection de la nature et de développement – reflète la vision, les besoins et attentes de ces acteurs.

Pour cela, la formulation du plan de gestion doit être basée sur une approche participative associant les acteurs locaux/populations locales dès le début du processus et à toutes ses étapes clés.

'Le plan de gestion devrait résulter d'un partenariat entre toutes les parties prenantes plutôt que d'un travail individuel. Consacrer du temps à construire au départ un consensus autour du plan, constitue souvent une économie ultérieure de temps. La forme et les étapes de consultation dépendent du contexte spécifique local. Résoudre les problèmes et les points de friction devra être la première tâche à accomplir avant de travailler à la gestion future du site. Il est important de poursuivre la consultation à travers les diverses étapes de l'élaboration du plan. La consultation peut se faire de différentes manières :

- ✓ *Contacts individuels*
- ✓ *Rencontres bilatérales entre différents groupes d'intérêt*

- ✓ Réunions d'information/conférences/exposés en présence d'experts pouvant répondre aux questions
- ✓ Invitations
- ✓ Animation de réunions publiques informelles' EUROSITE (2001)

À cela doivent s'ajouter des séjours sur le terrain.

'Le plan de gestion résulte d'un travail d'équipe, en concertation avec les différents acteurs concernés. La réserve naturelle n'est pas un espace isolé de la société et son environnement peut jouer un rôle important dans sa gestion. La compréhension des activités traditionnelles ayant encore cours et des attentes de la population locale est importante pour la définition de la stratégie de gestion.' MATE - France (1998)

La participation des services décentralisés (agriculture, hydraulique, environnement, planification, tourisme? ...), du Haut Commissariat au Développement de la Steppe (HCDS), des autorités locales (Daira, Assemblée Populaire Communale -APC-), des ONG et des représentants des populations locales, est cruciale. Elle permet de développer une vision commune, d'avoir une même compréhension de l'approche et des finalités, de prendre connaissance des programmes et actions sectoriels annuels et quinquennaux réalisés sur le site et ses environs et d'en favoriser la cohésion, ainsi que de saisir les modes de gestion du territoire par les communautés locales.

La spatialisation des actions menées par les divers services décentralisés de Wilaya et par d'autres organes officiels (ex : HCDS) au sein du site et dans sa périphérie, facilite la prise de conscience par ces acteurs de problématiques telles :

- la réalisation des projets de développement par chacun des services, de façon indépendante, sans coordination dans l'espace et sans prise en compte de la biodiversité et des vulnérabilités/ potentialités spécifiques du territoire ;
- la duplication de certaines actions comme les projets du PPDR, du FNRDA (PNDAR) et du HCDS comportant des composantes communes telles : la mise en défens de portions réduites de faciès steppiques (sans actions de réensemencement avec des espèces autochtones) et le développement de petits périmètres agricoles équipés de systèmes d'irrigation, dans lesquels est favorisée la plantation d'arbres fruitiers, dans la plupart des cas, en inadéquation avec l'aptitude des sols, les potentialités des faciès steppiques et la qualité des eaux de la nappe phréatique souvent saumâtres. Ces actions, sollicitées principalement par des individus ou groupes d'individus, ne sont pas intégrées dans les instruments d'aménagement et de planification de Wilaya et de Communes.

La cartographie des activités sectorielles les aide à constater le besoin de coordination de leurs activités sur le terrain et de coopération dans le cadre de la mise en œuvre des plans de gestion.

L'intervention des acteurs locaux permet, en particulier, de recueillir leurs opinions, leur connaissance du terrain et les rectificatifs à apporter aux cartes préliminaires, ainsi que d'assurer l'intégration de leurs besoins. Il est important de rencontrer également, en effectuant des déplacements terrain dans les zones les plus reculées, les populations concernées ne pouvant participer à des réunions de travail, afin de les sensibiliser à la démarche et d'obtenir leurs appréciations et point de vue pour optimiser les études du milieu, le zonage et le plan d'action.

Cette approche participative est essentielle pour assurer l'identification et la pleine adhésion des acteurs, ainsi que pour les responsabiliser.

Reconnaissance de l'organisation et de la gestion traditionnelle du territoire

Tout plan de gestion pour la conservation de la biodiversité et le développement durable requiert d'associer les acteurs locaux concernés et de reconnaître leur mode d'organisation et de gestion du territoire et de ses ressources. Aussi, au cours des rencontres des populations locales sur le terrain, il convient de procéder avec elles au tracé des limites tribales (*archs, kabilas, mechates, ...*), chaque tribu gérant une portion spécifique du territoire. Le respect de ce mode d'organisation et de répartition spatiale tacite des ressources pour leur utilisation traditionnelle est crucial ; en effet, bien que les terres soient de régime foncier domaniale, la reconnaissance de leur mode d'organisation et de gestion traditionnelle permet de savoir avec quels acteurs les actions devront être réalisées sur chacune des portions du site et d'assurer la mise en œuvre par les populations des mesures de développement durable, de conservation et de réhabilitation.

Spatialisation d'information traditionnellement non cartographiée

La cartographie est un outil essentiel dans le processus de mise en place des plans de gestion. En effet, elle permet au gestionnaire de visualiser rapidement les données de terrain et de localiser des éléments clés du patrimoine, ou les données issues d'une analyse synthétique. Elle représente un outil privilégié d'aide à la définition des objectifs et des opérations. Elle permet de disposer d'un aperçu de la répartition spatiale des opérations de gestion. La cartographie est aussi réalisée dans le but d'évaluer la dynamique des milieux (naturelle et anthropique). A chacune des étapes d'un plan de gestion, la cartographie prend une place prépondérante, en intégrant à la fois les caractéristiques spatiales des milieux et les besoins gestionnaires.

La série de cartes thématiques suivantes constitue un préalable à la définition des objectifs de gestion :

- Localisation géographique, limites du site
- Régime foncier et usages
- Milieu physique : patrimoine géologique, nature du substrat, hydrographie
- Végétation, habitats
- Eléments remarquables du patrimoine
- Evaluation de la dynamique des milieux en relation avec les facteurs naturels ou anthropiques (milieux potentiels)
- Contraintes (facteurs d'influence)
- Objectifs du plan, opérations de gestion, évaluation' MATE-France (1998).

En plus des éléments cartographiés traditionnellement, tels que ceux énumérés par le MATE-France, la vulnérabilité des ressources, leur état de dégradation, les habitats et périodes critiques pour la faune, les acteurs et leur organisation territoriale, doivent eux aussi être cartographiés afin d'optimiser les analyses de viabilité de la faune et de la flore et la définition des objectifs de conservation et de développement. Par ailleurs, la spatialisation des actions de conservation du plan de gestion permet d'accroître son impact et d'augmenter sa lisibilité et sa compréhension par les différents acteurs.

L'emploi de données satellitaires multi-sources

Cette spatialisation est facilitée par l'emploi de données satellitaires. Les caractéristiques synoptiques, spectrales et temporelles de telles données optimisent la discrimination et la distribution spatiale des objets étudiés ainsi que leur dynamique temporelle.

L'outil satellitaire permet de comprendre la dynamique saisonnière des points d'eau et de la végétation, de spatialiser la distribution de la végétation

annuelle 'acheb' en période humide et celle de la végétation confinée dans les talweg/lits d'oued en période sèche, de mieux délimiter les périmètres agricoles, les zones désertisées/désertifiées et les apports éoliens, de saisir les relations du site avec son contexte géographique et donc d'identifier les zones de connectivité et les zones *ex situ* ayant une influence sur le site.

L'emploi de capteurs de différentes résolutions spatiales, spectrales et temporelles (américain LANDSAT-TM, IKONOS ; algérien ALSAT1 ; français SPOT-XS) est nécessaire pour obtenir une vision plus complète du milieu, chacun d'eux, de par ses caractéristiques spécifiques, discriminant des éléments particuliers du terrain.

L'adoption d'un nouveau type de zonage

La protection des écosystèmes/habitats critiques constitue le premier objectif du processus de zonage. Le diagnostic du patrimoine effectué antérieurement au zonage doit permettre de différencier les espaces en fonction de leur degré de : fragilité, vulnérabilité et unicité, et de leur rôle et fonctionnalité dans le cycle reproductif des objets de conservation. La taille, fragmentation et connectivité des groupements végétaux, les niveaux de modification et d'artificialisation du paysage, l'hétérogénéité des écosystèmes doivent également être pris en compte. Il est par ailleurs vital de comprendre et d'intégrer le zonage traditionnel du territoire opéré par les populations locales (leur projection spatiale de l'utilisation du sol et des ressources).

Le nombre et les types de zones dans un site varient, entre autres, en fonction du degré de complexité et de diversité écologique du site, et du niveau d'intervention humaine.

La détermination des zones et le tracé de leurs limites doivent être effectués en concertation avec les différentes populations locales affectées, en cherchant à respecter leurs perceptions et usages. Les usages conflictuels doivent être analysés conjointement avec les acteurs locaux et une solution commune apportée.

La législation algérienne ne spécifie de zonage que pour les parcs nationaux. Ce zonage ne prend pas en considération l'utilisation et la gestion des ressources par les acteurs locaux et ne prévoit pas de zone spécifique à ce sujet. Seul le **Décret 82-440 portant ratification de la Convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles** souligne l'engagement de l'Etat à prendre en considération les intérêts majeurs des populations et à adopter des plans pour la conservation, l'utilisation et l'aménagement des parcours dans le cadre de la conservation de la biodiversité :

- **Art. 2.** - *Les Etats contractants s'engagent à prendre les mesures nécessaires pour assurer la conservation, l'utilisation et le développement des sols, des eaux, de la flore et des ressources en faune, en se fondant sur des principes scientifiques et en prenant en considération les intérêts majeurs de la population.*
- **Art. 6.** - 1) *Les Etats Contractants prendront les mesures nécessaires pour protéger la flore et assurer sa meilleure utilisation et son meilleur développement. A cette fin, ils adopteront des plans scientifiquement établis pour la conservation, l'utilisation et l'aménagement des forêts et des parcours, en tenant compte des besoins sociaux et économiques des Etats en cause, de l'importance du couvert végétal pour le maintien de l'équilibre hydrologique d'une région, pour la productivité des sols et pour conserver les habitats de la faune.*

Par ailleurs, les instruments d'aménagement et de planification devant être pris en considération pour assurer la gestion intégrée du site

dans un contexte régional et national et la gestion durable des zones périphériques sont :

- La **loi 87-03 du 27 janvier 1987 relative à l'aménagement du territoire** qui prend en compte dans son **Art.24** : la protection de l'environnement; la sauvegarde des sites naturels; la protection et la restauration des sites historiques; la promotion des sites touristiques et des loisirs, lesquels devront être intégrés aux Schémas Régionaux d'Aménagement du Territoire (SRAT) comme le stipule la **Loi du 18 décembre 2002 relative aux SRAT**.

- La **loi 90-29 du 1^{er} décembre 1990, relative à l'aménagement et l'urbanisme** dont les instruments d'aménagement et d'urbanisme - Plans Directeurs d'Aménagement et d'Urbanisme (PDAU) et Plan d'Occupation des Sols (POS) - fixent les orientations fondamentales d'aménagement des territoires intéressés et définissent plus particulièrement les conditions permettant d'une part de rationaliser l'utilisation de l'espace, de préserver les activités agricoles, de protéger les périmètres sensibles, les sites et les paysages.

- La **loi 2003-03 du 17 février 2003 relative aux zones d'expansion et sites touristiques** qui stipule dans ses articles 12 à 15 que :

'L'aménagement et la gestion d'une zone d'expansion et d'un site touristique doivent intervenir conformément aux prescriptions du plan d'aménagement touristique élaboré par l'administration chargée du tourisme dans un cadre concerté, et approuvé par voie réglementaire.' ;

'Le plan d'aménagement touristique s'inscrit dans le cadre des instruments d'aménagement du territoire et de l'urbanisme.' ;

'Le plan d'aménagement touristique intègre la protection et la beauté naturelle et des sites culturels dont la conservation constitue un facteur primordial d'attraction touristique ; il a notamment pour objet de délimiter les zones urbanisables et constructibles, les zones à protéger en vue de conserver leurs qualités naturelles, archéologiques ou culturelles, et de déterminer le programme d'activités à réaliser ; la création d'un bâti harmonieusement aménagé et adapté au développement des activités touristiques et la sauvegarde de sa spécificité'

Considérant l'utilisation pastorale des sites, ainsi que les stratégies et actions de développement régionales prévues dans l'article 9 de la **Loi 87-03 du 27 janvier 1987 relative à l'aménagement du territoire** pour les zones steppiques des Hauts Plateaux :

'... un développement rural grâce à l'aménagement de la steppe, à la réorganisation du secteur alfatier et à la protection contre la désertification',

Une adéquation du zonage à la réalité terrain est primordiale.

Bien que la Loi 84-12 du 23 juillet 1984 portant régime général des forêts stipule dans son article 28 que :

'Le pâturage dans le domaine forestier national est organisé par voie réglementaire. Il est cependant interdit – dans les aires protégées.'

Elle stipule également dans son article 34 :

'Dans le domaine forestier national, les usages consistent pour les personnes vivant à l'intérieur ou à proximité du domaine forestier national, dans l'utilisation de ce dernier et de certains de ses produits pour leurs besoins domestiques et l'amélioration de leurs conditions de vie.'

La prise en compte des aires de gestion traditionnelle des ressources et des activités socio-économiques des populations locales *in situ* et *ex situ* est cruciale pour assurer leur contribution à la protection du patrimoine naturel. Les populations autochtones dépendent étroitement des ressources biologiques sur

lesquelles sont fondées leurs traditions et seule la prise en considération de ce facteur peut en assurer la gestion durable.

En voyant leurs besoins de base reconnus par le plan de gestion, et donc en premier lieu par le zonage, les communautés rurales sont disposées à participer aux actions de conservation des ressources, conscientes que cette protection du milieu dont elles dépendent leur sera bénéfique économiquement à moyen et long terme et qu'elle contribuera à constituer un patrimoine pour les générations futures (important concept dans la religion musulmane).

Il est proposé de procéder à l'enrichissement du zonage établi par la législation algérienne par l'inclusion de deux nouveaux types de zones :

- **Zone de gestion traditionnelle et de conservation des ressources (ZGTCR)** : Espace avec activités productives traditionnelles et un pourcentage élevé d'écosystèmes non perturbés (>60%) dans lequel des mesures de conservation seront prises avec la participation des populations locales ;
- **Zone de gestion traditionnelle intégrée des ressources (ZGTIR)** : Zone avec prédominance de surfaces exploitées (agriculture, élevage, extraction de bois, sylviculture). Généralement bien desservie. Superficie < 30% de la réserve

Elaboration de produits d'aide à la prise de décision

Les cartes du plan d'action et les cartes de base permettant d'optimiser la formulation du plan de gestion des parcours favorisant la conservation / réhabilitation des ressources naturelles sont des produits essentiels d'aide à la prise de décision.

• **Plan d'action**

Il s'agit de la partie opérationnelle du plan de gestion. Le plan d'action concrétise les objectifs choisis en termes d'actions de gestion, de matériel, de responsables, d'acteurs, de coût et de durée. Il est conçu pour 5 ans, évalué annuellement et revu avec les acteurs locaux, au besoin. Le plan d'action spécifie le travail à réaliser sur le site et la façon dont celui-ci se rattache aux objectifs du plan. Les actions doivent couvrir toutes les activités requises sur le site afin d'atteindre chaque objectif du plan en ce qui concerne les thématiques de conservation, d'infrastructure hydraulique et de développement socio-économique durable. Le plan d'action de conservation comprend toutes les opérations concernant les espèces et leurs habitats dans le périmètre du site et *ex situ*. L'impact de ces opérations doit être prévu lors de l'élaboration du plan d'action. Le plan d'action doit être défini progressivement, au cours d'ateliers à réaliser avec les communautés et autorités locales, sur la base des analyses de viabilité des objets de conservation, des objectifs de viabilité, des sorties terrain, des besoins des populations et du zonage et doit recevoir la pleine adhésion des acteurs locaux, dont le Wali.

Traditionnellement présenté sous forme de tableaux par thématique (conservation, développement socio-économique durable, infrastructure hydraulique) – qui devraient indiquer la formulation des grandes lignes de protections juridiques et réglementaires envisageables pour assurer la conservation des ressources et de la biodiversité et lier l'époque des travaux aux cycles de reproduction et risques de dérangement de la faune, à la phénologie des groupements végétaux et aux périodes des activités socio-économiques –, il est essentiel de **présenter le plan d'action également sous forme de cartes** illustrant la répartition spatiale des actions sur le site ('schéma des actions').

Cela permet : leur localisation fine dans l'espace et donc une exécution optimisée, la cohésion avec les autres projets sectoriels et actions préconisées dans les instruments de planification, l'identification des acteurs responsables de chacune des actions prenant en considération la distribution spatiale des organisations traditionnelles et leur intégration dans l'étape de mise en œuvre. Les tableaux des actions indiquent les apports de ressources, le budget, les fonds, le (s) responsable (s) des actions, les acteurs et le calendrier d'exécution. La formulation des grandes lignes de protections juridiques et réglementaires envisageables pour assurer la gestion patrimoniale du site est présentée dans le tableau des actions relatives à la conservation.

• **Base du plan de gestion des parcours**

Pour les Zones de Gestion Traditionnelle et de Conservation des Ressources (ZGTCR) - dans lesquelles des mesures de conservation devront être également prises - et les Zones de Gestion Traditionnelle Intégrée des Ressources (ZGTIR), il est crucial de produire des cartes de base facilitant la formulation, avec le concours des communautés locales concernées, de plan de gestion durable des parcours :

- carte des groupements végétaux
- carte du taux de recouvrement de la végétation
- carte des potentialités de la végétation pour les parcours
- carte de sensibilité des sols à l'érosion

Ces cartes de base permettront de mieux évaluer la capacité de charge animale supportée par chaque type de groupements végétaux et de sols et les méthodes à adopter pour la conduite des troupeaux, de spatialiser les actions de réhabilitation, d'organiser le système de rotation, comme le stipule la '**Charte de la révolution agraire : annexe relative à la steppe**' du 08-07-1975, régissant le mode d'organisation des parcours.

La carte des infrastructures hydrauliques existantes et projetées, permet d'optimiser la conduite des troupeaux et de prévoir des mesures pour assurer la gestion et l'entretien des points d'eau pastoraux. Par ailleurs, la prise en considération des périodes de production de semences des espèces végétales est essentielle pour orienter/contrôler le pâturage en période de fructification de façon à assurer la régénération des groupements végétaux.

L'intégration de l'organisation traditionnelle dans les cartes de base qui serviront à l'élaboration du plan de gestion des parcours est déterminante. Cela permet de prévoir des actions de gestion des ressources sur chacune des parties du territoire avec les familles concernées et d'assurer la pleine adhésion des communautés au plan de gestion des parcours, ainsi que sa bonne conduite.

CONCLUSION

Afin d'arriver à une gestion intégrée des ressources naturelles et de la biodiversité et de contrôler / prévenir le phénomène de désertification, les points suivants doivent être assurés :

- la cohésion des orientations données par les instruments de planification aux différentes échelles (schéma régional d'aménagement du territoire -SRAT-, plan d'aménagement de Wilaya -PAW-, Plan d'aménagement et d'urbanisme -PDAU-, plans de gestion d'aires protégées ;
- la promotion des relations inter-institutionnelles et l'optimisation des mécanismes de communication entre les divers paliers institutionnels ;

- le développement de la coopération entre acteurs pour réduire les dysfonctionnements dans les interactions entre les politiques et programmes, le cadre juridique et le milieu humain ;
- une approche participative et pluridisciplinaire ;
- la réalisation participative d'outils de visualisation facilitant la prise de conscience des handicaps liés au manque de concertation, et d'outils d'aide à la décision, spécifiques à chaque secteur ;
- la prise en considération des facteurs saisonniers des habitats et de la faune et des pratiques socio-économiques, ainsi que des potentialités/ vulnérabilités des ressources naturelles ;
- la prise en considération des organisations traditionnelles et la participation active des populations locales aux différentes étapes du processus de planification et de formulation de plans de gestion.

L'aspect le plus délicat, est d'arriver à faire progresser la coopération entre les divers acteurs compte tenu des fortes contraintes liées aux différents enjeux de pouvoirs, ainsi qu'entre les experts des disciplines concernées. Arriver à trouver les modes d'interaction entre les acteurs et l'adhésion / participation des populations concernées reste un défi de taille.

Références bibliographiques

Bendjaballah, S., (2001) : *Gestion des Ressources Naturelles et Modes de Sécurisation*, dans : Land Reform : land settlement and cooperatives, FAO Bulletin 2001/1.

Ervin, J., (2003): *RAPPAM: Rapid Assessment and Prioritization of Protected Area Management*. WWF, www.wwf.at/downloads/RAPPAM_Methode.pdf

EUROSITE, (2001) : Toolkit EUROSITE des Plans de Gestion. EUROSITE.

www.eurosite-nature.org

Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (1998) : www.ecologie.gouv.fr

Moreau, S., (2005) : *Conservation de la Biodiversité et Gestion Durable des Ressources Naturelles des Sites de Mergueb (M'Sila), Ogljet Ed Daira (Naama) et Taghit-Guir (Bechar): Plan Participatif de Gestion Intégrée – Projet DGF/FEM/PNUD – ALG/00/G35/2005*. Direction Générale des Forêts, Ministère de l'Agriculture et du Développement Durable, Algérie.

The Nature Conservancy, (2004): *Conservation by Design: A Framework for Mission Success*, TNC.

The Nature Conservancy, (2003): *Measuring the Conservation Status of Ecoregions: A Summary of Proposed Standards and Recommendations for Establishing an Ecoregional Measures Program*. TNC's Measure Audit Team.

Union Internationale pour la Conservation de la Nature, (2003) : *Lignes Directrices pour les Catégories de Gestion des Aires Protégées*. IUCN,

www.iucn.org/themess/wcpa/wpc2003/français

Législation algérienne :

- Décret 87-143 fixant les règles et modalités de classement des parcs nationaux et des réserves naturelles
- Décret 83-458 fixant le statut type des parcs nationaux
- Décret 82-440 portant ratification de la Convention africaine sur la conservation de la nature et des ressources naturelles
- Décret 82-439 du 11 décembre 1982 portant adhésion de l'Algérie à la Convention relative aux zones humides d'importance internationale, signée à Ramsar (Iran)
- Décret 73 de 1973 portant adhésion de l'Algérie à la Convention pour la protection du patrimoine mondial culturel et naturel
- Avant projet de loi relative aux aires protégées dans le cadre du développement durable proposée par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement en juillet 2005
- Loi 2003-10 du 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable
- Loi 2003-03 du 17 février 2003 relative aux zones d'expansion et sites touristiques
- Loi 90-30 du 1^{er} décembre 1990 portant loi domaniale
- Loi 90-29 du 1^{er} décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme
- Loi 90-25 du 18 novembre 1990 portant loi d'orientation foncière
- Loi 87-03 du 27 janvier 1987 relative à l'aménagement du territoire
- Loi 84-12 du 23 juillet 1984 portant régime général des forêts
- Loi 83-03 du 05 février 1983 relative à la protection de l'environnement
- Charte de la Révolution Agraire : Annexe relative à la steppe du 08 juillet 1975.

LA SECHERESSE ET LA DESERTIFICATION : RISQUES MAJEURS

Massué J. P.

La désertification est l'un des processus les plus alarmants de la dégradation du milieu ; elle accroît les risques d'insécurité alimentaire, de famine et de pauvreté et peut donner lieu à des tensions sociales, économiques et politiques susceptibles de dégénérer en conflits.

Chaque année, la désertification et la sécheresse infligent à la production agricole une perte estimée à 42 milliards de dollars. Quelques 41 % de la partie terrestre de la planète consistent en terres arides sur lesquelles vivent plus de deux milliards de personnes.

Dix à 20 % de ces terres sont soit dégradées, soit improductives.

L'envergure du problème a conduit l'Assemblée générale des Nations unies à proclamer 2006 Année internationale des déserts et de la désertification.

L'Année vise essentiellement à sensibiliser au fait que la désertification constitue une menace majeure pour l'humanité, menace encore alourdie par la perspective du changement climatique et de la déperdition de la biodiversité.

L'Algérie comme région à dominante aride et semi-aride est soumise aux effets négatifs du réchauffement planétaire.

Cela se fait particulièrement sentir au niveau des ressources en eau, de la dégradation des sols, de l'agriculture, de la santé.

Ce changement climatique est responsable d'une exacerbation de la désertification, de la pollution et de la perte de la biodiversité.

Il convient de collecter, gérer, traiter les données environnementales qui sont représentatives de l'état des milieux naturels.

Les observations doivent prendre en compte :

- Les facteurs physiques : la géomorphologie, l'hydrologie, la pédologie, le climat, la topographie.
- Les facteurs biotiques tels que : la végétation, la faune.
- Les facteurs démographiques.
- Les facteurs socio-économiques.
- Le patrimoine culturel.

C'est à partir du suivi, du traitement et de l'analyse de l'évolution de ces données que l'on peut faire le point sur :

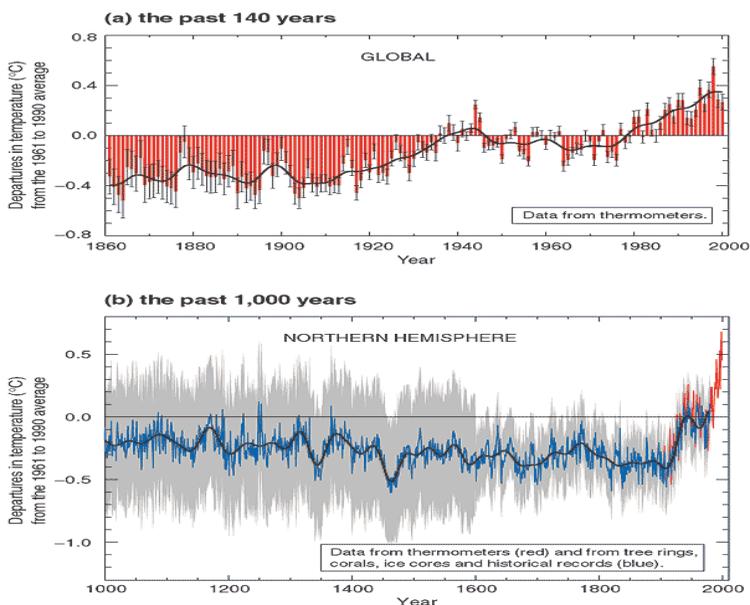
- L'état de l'environnement, la mise en évidence des changements.
- La biodiversité.
- L'hydrologie.
- La capacité de régénération des milieux naturels.
- Les problèmes liés à la conservation et mise en valeur du patrimoine culturel.

L'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) veut faciliter la réponse à ces objectifs au travers du programme DOSE : Dispositif d'Observation et de Suivi Environnemental. DOSE vise à renforcer les capacités de suivi environnemental des pays et des sous régions de l'aire d'action de l'OSS.

D'un autre côté en coopération avec les Agences Spatiales nationales, l'Agence Spatiale Européenne conduit le Programme « Data User Element qui

visé à faciliter l'utilisation des techniques d'observation spatiale de la terre au service de l'environnement.

Variations of the Earth's surface temperature for:



Dans une très importante publication intitulée : «*Le Bassin Méditerranéen : les deux derniers extrêmes climatiques*»¹ sont données une série de cartes correspondant à la situation du Bassin Méditerranéen pendant :

- la dernière période glaciaire maximale (20 000 à 16 000 ans avant J.C.) avec une température moyenne globale de surface de 4°⁵ C inférieure à celle de l'époque présente,
- la période holocène Optimum (9000 à 7000 ans avant J.C.) avec une température globale de surface de deux degrés supérieure à la température de surface actuelle.

Ces cartes représentent des documents frappant pour illustrer l'importance des changements climatiques sur l'évolution des littoraux, la faune, la flore, les populations et leurs organisations.

¹ *The Mediterranean Basin : The Last Two Climatic Extremes*. Editeurs : N. Petit-Maire, B. Vrielinck : 2005 MMSH / ANDRA





LES SOLS DES REGIONS ARIDES D'ALGERIE

Halitim A.

Pr. Université de Batna

Introduction

Dans la zone aride le sol est l'élément de l'environnement dont la destruction est souvent irréversible et qui entraîne les conséquences les plus graves à court et à long terme.

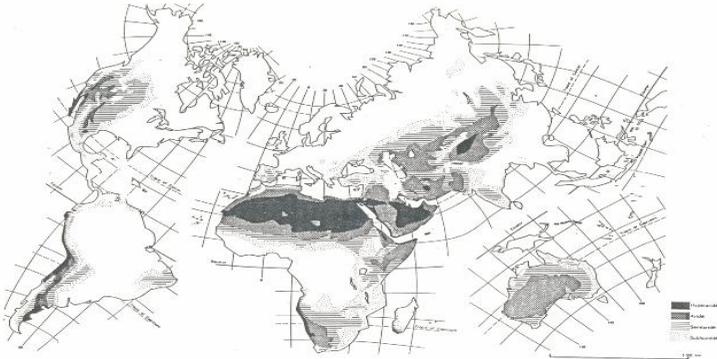
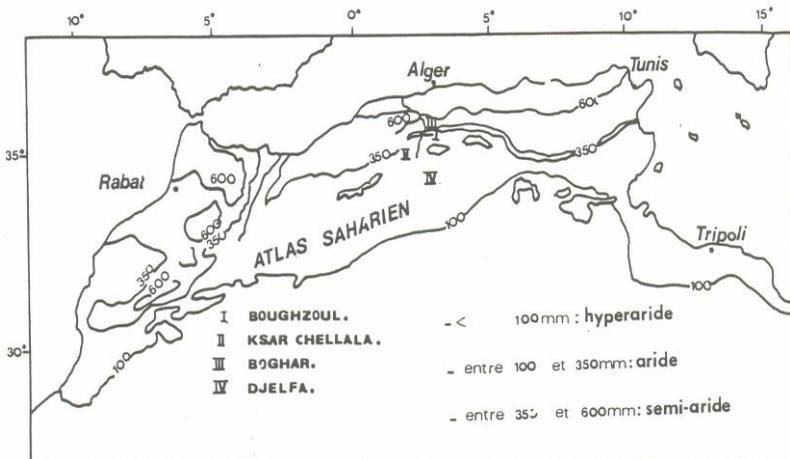


Fig. 1 - Distribution mondiale des régions arides (UNESCO, 1977)

Les domaines hyperarides, arides et semi-arides du Maghreb (DUBIEF, 1963)



LES PRINCIPAUX TYPES DE SOLS EN ZONE ARIDE

Dans ces régions les études pédologiques restent très limitées et les sols sont insuffisamment connus. Cependant les travaux cartographiques réalisés ont permis de montrer la grande extension des sols à encroûtement calcaire, gypseux et les sols salés.

Cependant il apparaît que les sols de la zone aride d'Algérie sont diversifiés et se répartissent selon la classification française (CPCS, 1967) en 8 classes :

- ✓ les sols minéraux bruts,
- ✓ les sols peu évolués,
- ✓ les sols à sesquioxydes de fer,
- ✓ les sols isohumiques,
- ✓ les vertisols,
- ✓ les sols calcimagnésiens,
- ✓ les sols salés,
- ✓ les sols hydromorphes.

Mais cette diversité ne doit pas cacher leur caractère principal et quasi-général : le rôle que jouent les sels au sens large du terme (le calcaire, le gypse et les sels solubles).

DISTRIBUTION DES SELS

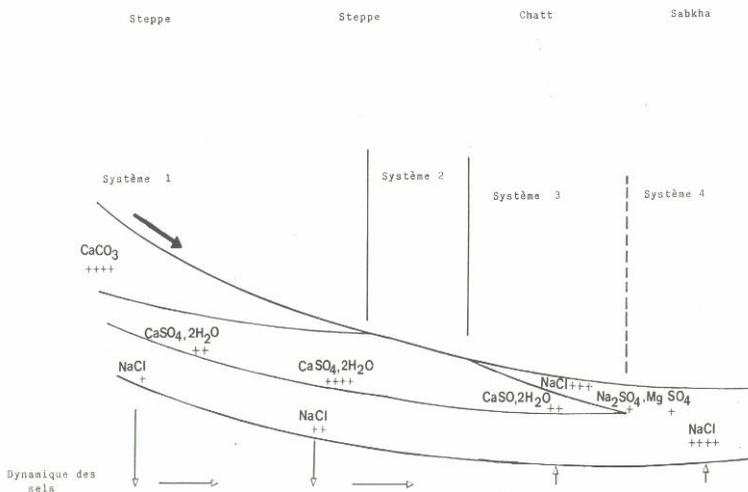
A l'échelle du paysage la distribution des sels s'effectue selon un ordonnancement spatial et temporel qui s'inscrit dans des toposéquences et des chronoséquences :

- ✓ les fortes accumulations occupent les parties hautes et les glacis les plus anciens des séquences,
- ✓ les fortes accumulations gypseuses occupent les parties médianes des séquences,
- ✓ les fortes accumulations de sels solubles occupent les parties basses et les niveaux les plus récents des séquences.

A l'échelle du profil, la distribution verticale et l'interpénétration des différents faciès salins sont fonction de la position topographique et de la texture des sols ainsi que des caractéristiques de la nappe superficielle.

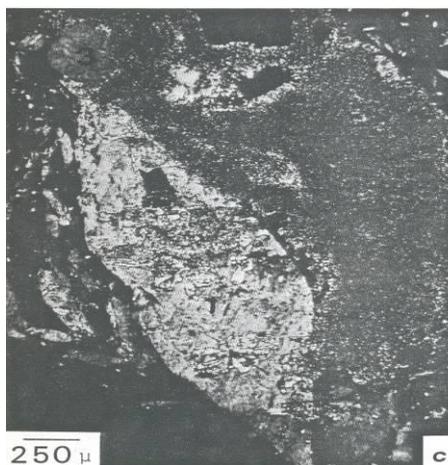
Plus les niveaux géomorphologiques sont récents, plus les sels solubles sont proches de la surface et moins l'individualisation du calcaire est forte.

Les conditions actuelles favorisent dans ces régions une pédogenèse halomorphe et gypsomorphe au détriment de la calcimorphie.

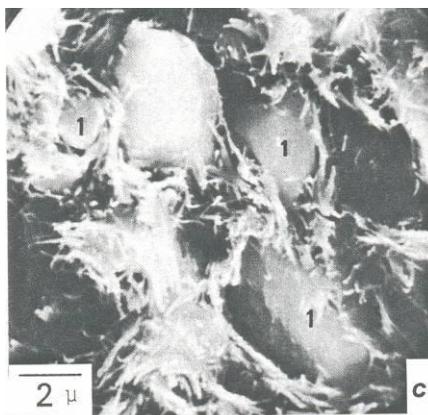


MORPHOLOGIE DES ACCUMULATIONS SALINES

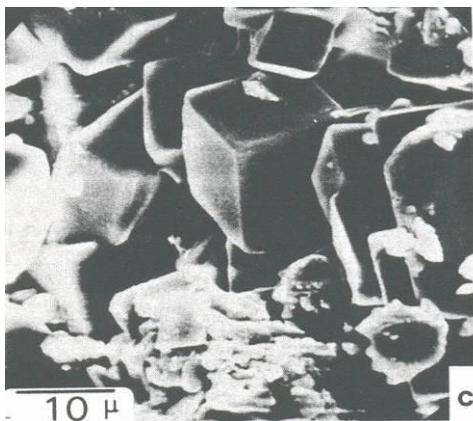
Pédoreliques calcaires détruites par la croissance du gypse : (1) gypse, (3) quartz



Palygorskite enveloppant des cristaux de quartz



Cristaux cubiques d'halite précipitant dans la porosité



LES MINÉRAUX ARGILEUX

Un autre trait caractéristique des sols des régions arides est relatif à la nature des minéraux argileux. En effet les principaux minéraux argileux des sols sont, l'illite, les smectites et la palygorskite.

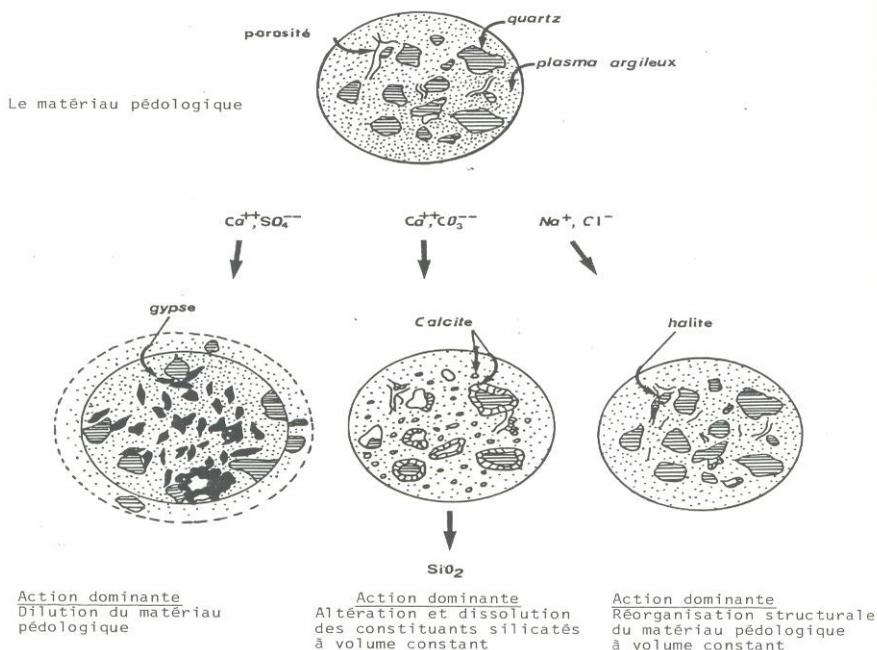
Cette dernière est présente principalement dans les sols de haut de séquences géochimiques occupées par de fortes accumulations calcaires. Elle serait néoformée et palépédologique.

Quant aux smectites, elles sont représentées essentiellement par des beidellites de transformation et leur quantité augment en bas des toposéquences.

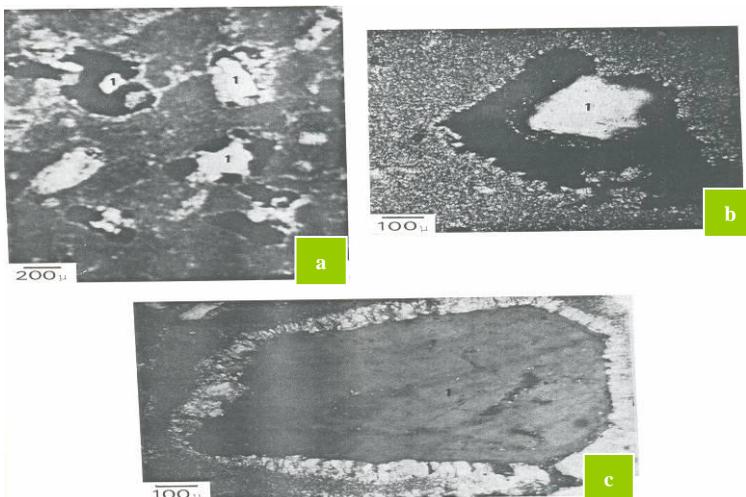
Il est ainsi possible d'opposer les milieux bas de séquence à smectites aux milieux amont à palygorskite.

GENESE DES ACCUMULATIONS SALINES

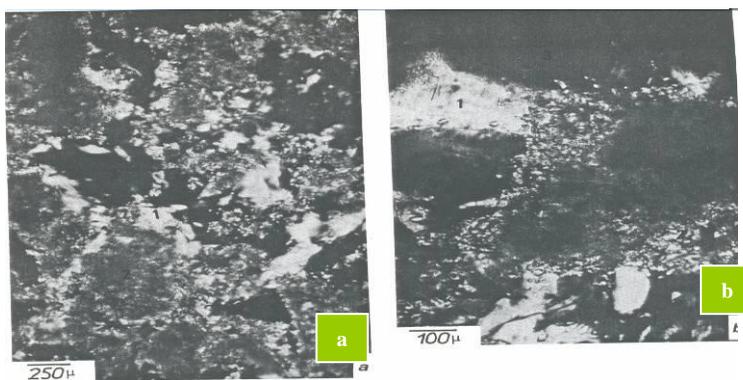
Mécanisme mis en œuvre lors de la concentration des différents faciès minéralogiques dans les sols



Figures (a) et (b) représentent la dissolution des cristaux de quartz ;
(c) un grain de quartz auréolé par la calcite sparitique



Figures d'envahissement des accumulations calcaires par le gypse :
(1) gypse, (2) calsite, (3) vide, (4) quartz



CONCLUSION

En conclusion, les régions arides sont le domaine privilégié de la pédogenèse des sels avec comme conséquence :

- ✓ Des sols en général peu fertiles, peu profonds, trop calcaires ou trop gypseux, salés, pauvres en matière organique, à structure défavorable.
- ✓ Un pH basique et une voie de salinisation neutre.
- ✓ Une sensibilité à la dégradation et à la désertification.

Dans la zone aride la recherche d'un équilibre entre productivité et protection des écosystèmes est justifié ici plus qu'ailleurs. Il devra se traduire par :

- ✚ L'utilisation des ressources dans le cadre d'un aménagement agro-sylvo-pastoral.
- ✚ A l'aide d'indicateurs pédologiques et biologiques à différentes échelles, et en utilisant divers outils d'investigation et de représentation, il est essentiel de déterminer les stades de dégradation des écosystèmes, afin d'élaborer un programme d'intervention et de réhabilitation des zones dégradées et où le processus de désertification est réversible.
- ✚ Veiller à l'extension et à la durabilité des périmètres irrigués, par l'utilisation des procédés d'irrigation économique et par un suivi de la qualité des sols irrigués.

LUTTE CONTRE LA DESETFICATION EN TUNISIE

Ferchichi A.

Professeur à l'Institut des Régions Arides MédenineTunisie

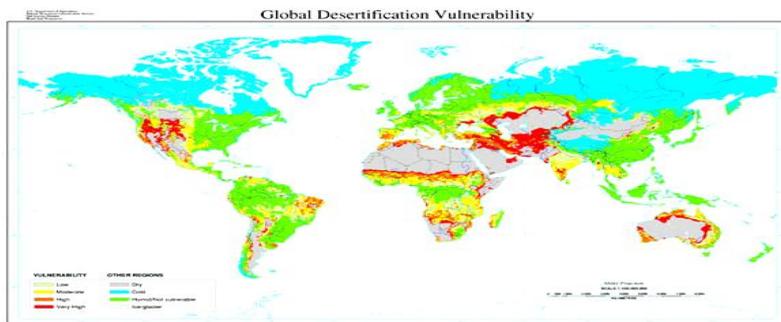
La plupart des continents sont affectés par les processus de désertification.

Les régions arides menacées par la désertification occupent 40 % des terres disponibles, soit 5,2 milliards sur 13 milliards d'hectares.

L'Afrique contient 37 % des zones arides, l'Asie 33 % et enfin l'Australie 14 %.

Des zones arides de moindre envergure existent en Amérique et sur les franges méridionales de l'Europe.

Environ 70 % de ces terres arides sont soumis à la désertification, soit 3,6 milliards d'hectares. dont 93 % sont des pâturages, 6 % des cultures pluviales et 1% des cultures irriguées.



Les principales causes de la désertification

- ✓ Les variations du climat ;
- ✓ le surpâturage ;
- ✓ la surexploitation ;
- ✓ le déboisement.

	Zones arides (Mha)	affectés	irrévers	sévère	révers	Causes
Pâturages	4 556	3 333	72	757	2 504	surpâturage et prélèvement de bois de chauffe
Cultures pluviales	457	216	4	29	183	Instabilité, voire compaction des sols, liée à l'érosion et à la perte en matière organique
Cultures irriguées	145	43	2	-	41	Salinité des sols et mauvais drainage de l'eau
Total	5 158	3 592	78	786	2 728	

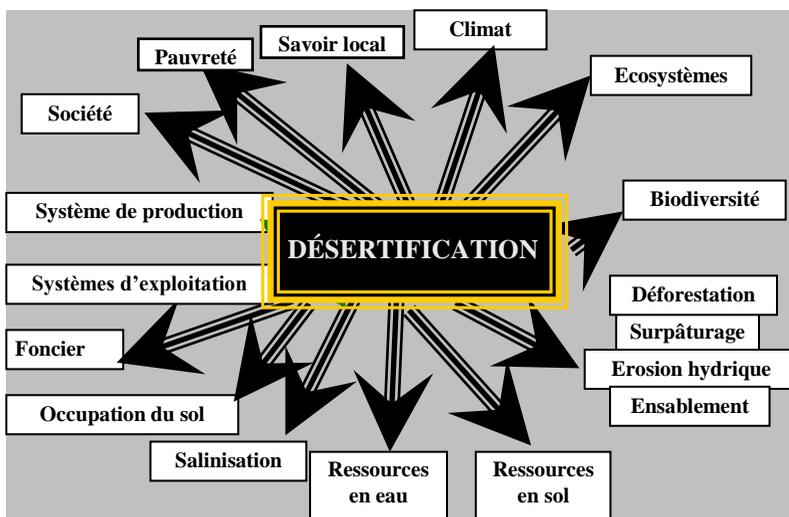
La pauvreté et désertification : le cercle vicieux.

Les pressions économiques peuvent conduire à une surexploitation des terres, et généralement, les populations les plus démunies sont également les plus durement affectées. Parce que la pauvreté oblige les populations dont la subsistance dépend de la terre à surexploiter, celles-ci pour s'alimenter, se loger et disposer de sources d'énergie et de revenus, la désertification est en même temps la cause et la conséquence de la pauvreté.

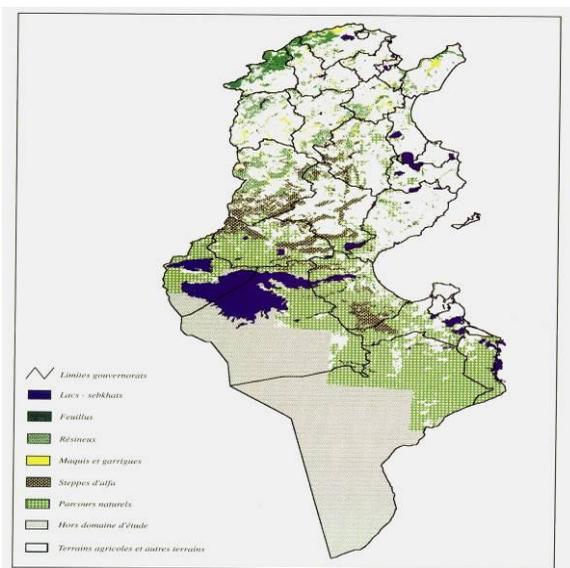
Evolution de la vision de la désertification

- ✚ La désertification a essentiellement été traitée à l'origine comme un problème biophysique.
- ✚ Aujourd'hui, elle est abordée comme un problème complexe impliquant de nombreux facteurs anthropiques, liés aux usages locaux des ressources naturelles, migrations, pauvreté, fonciers, mutations socio-économiques
- ✚ L'histoire a montré que les populations des zones arides savent réguler des chocs conjoncturels environnementaux ou sociaux par les pratiques.
- ✚ On estime souvent plus économique d'investir dans la prévention des risques de désertification que de remettre en état des sols déjà désertifiés.

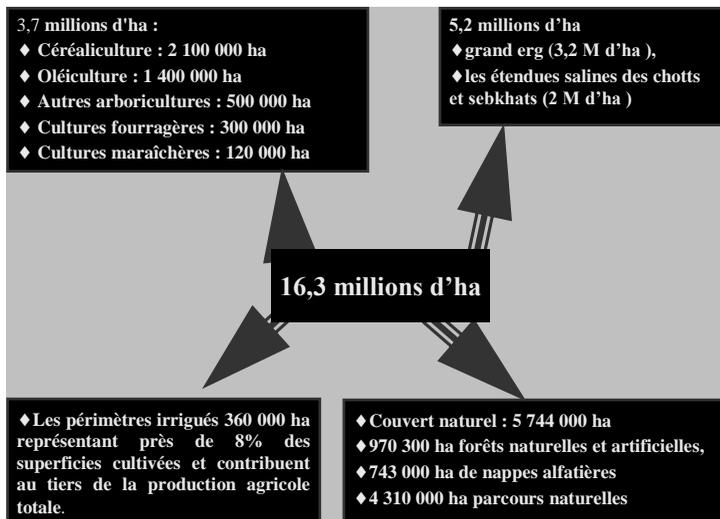
Étude du problème complexe de la désertification au moyen d'une approche intégrée qui tient compte des aspects physiques, biologiques et socioéconomiques des processus de désertification



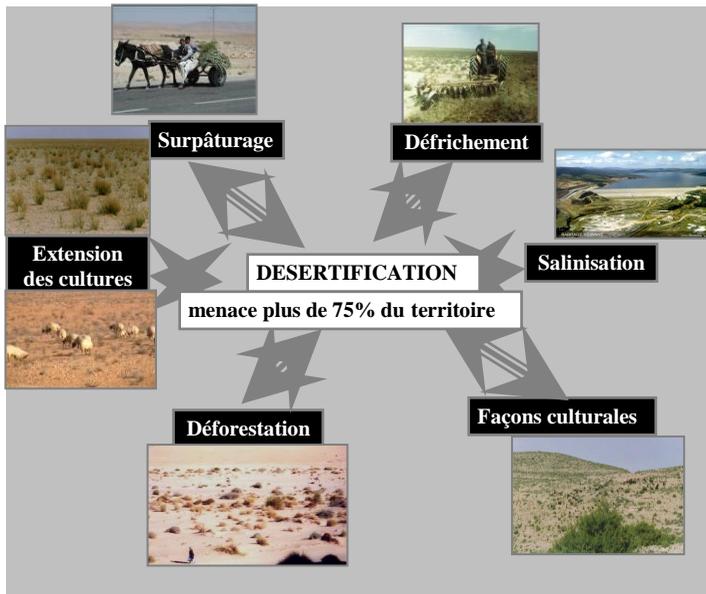
Occupation du sol



Année ou période	1990	2004
Population (millions)	8,15	9,91
Taux de croissance (en %)	1,98	1,08%
Eaux		
Taux de mobilisation	60%	87,93%
Équipement en économie d'eau (PI)		75%
Forêts		
Taux de boisement	7%	12,11%
Espaces verts (m2 par habitant en ville)	4,0	12,30
Raccordements (global)		
Electricité	75%	96,4%
Eau potable (desserte)		95,8%
Eau potable (branchement domicile)		77,5%
Raccordements (rural)		
Electricité	40%	94,3%
Eau potable (desserte)		88,5%
Eau potable (branchement domicile)		36,6%
Assainissement (urbain)		
Population raccordée (millions)	2,7	5,0
Taux de raccordement	73%	84,5%

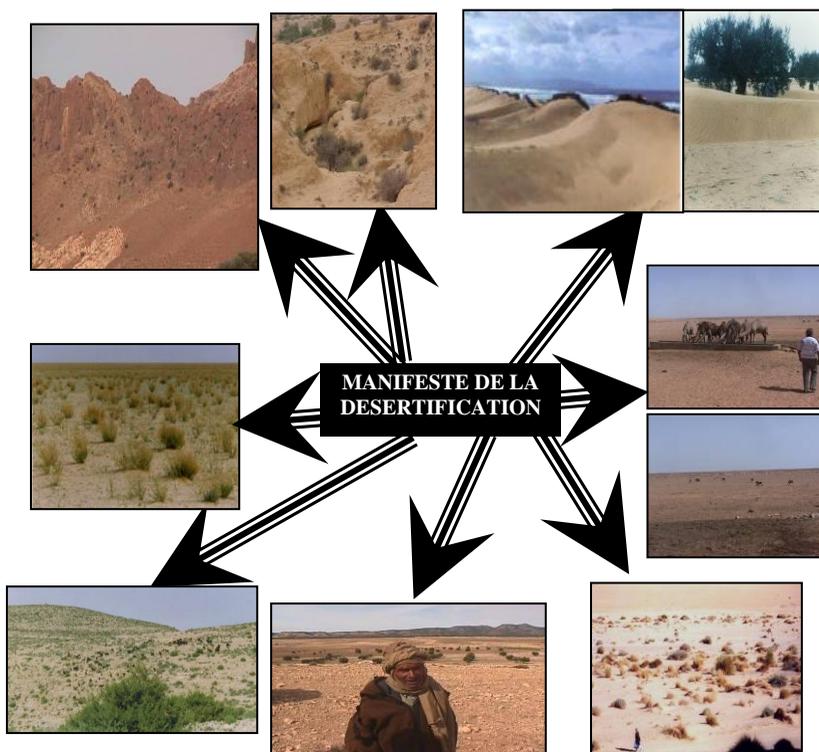


UNITE DE SOL	Surface Totale (Ha)	Terres arables	Terres arables surface totale %	Terres arables par rapport aux unités %
- Lithosols	2.196.945	-	0	0
- Sols peu évolués et alluviaux, régosols	2.179.865	1.264.320	7.7	57.9
- Sols calcimagnésimorphes	2.395.023	1.046.400	6.3	43.6
- Vertisols	236.527	188.900	1.5	79
- Sols bruns avec association	3.627.000	813.300	5.0	22.4
- Sols rouges et châtaîns	90.354	49.600	0.1	55
- sols salés et hydromorphes	1.510.813	145.900	0.9	9
Total	12.236.52	3.508.420	21.5	-



Type de dégradation des terres

Type de dégradation	% de la superficie totale
Erosion	5
Salinisation secondaire	0.97
Dégradation des parcours	4,5



ETAT DE LA DÉSERTIFICATION X 1000 km2

Etat de la désertification	Dorsale et tell	Haute steppe	Basse steppe	Tunisie mérid.	Total	%
peu affectées	6,67	6,03	7,00	18,2	37,9	24,6
moyennement affectées	5,00	1,4	4,00	42,2	52,63	34,2
très affectées	10,00	2,87	2,8	12,5	28,17	18,3
désertiques			2,00	33,20	35,3	22,9
Total	21,67	10,33	15,8	106,2	154	100

◆ La stratégie de mobilisation des ressources en eau

La stratégie de la conservation des eaux et du sol

STRATÉGIES DE PROTECTION DES RESSOURCES NATURELLES

◆ La stratégie des forêts et parcours et de lutte contre l'ensablement

La stratégie nationale de diversité biologique

La Stratégie Nationale pour la promotion de la femme rurale, du Programme de maîtrise de l'énergie et de la Stratégie d'amélioration de la situation foncière dans le monde rural

- ◆ Les projets sectoriels
- ◆ - PDAI
- ◆ - PDRI
- ◆ - PGRN
- ◆ - PDZV



RESTAURATION DES TERRES

Terres en voie de	1990-2001	2002-2003
Restauration des terres arables dégradées (km ²)	1835.5	142.2
Restauration des parcours dégradés (km ²)	592	195.14
Restauration des forêts dégradés (km ²)	320	60.518

Réalisation de stratégie des CES, forêts et parcours

STRATEGIE	ACTIONS	OBJECTIF DU PLAN	REALISATIONS %
Conservation des eaux et du sol	- Aménagement des bassins versants	250 000 ha	87 %
	- Entretien et sauvegarde des ouvrages	250 000 ha	31 %
	- Ouvrages de recharge des nappes	800 unités	89 %
	- Ouvrages d'épandage	465 unités	41 %
	- Lacs collinaires	200 unités	49 %
Promotion du secteur forestier	- Reboisement	59 000 ha	63 %
	- aménagement des parcours	196 000 ha	51 %
	- Construction de tabias	2000 ha	69 %
	- Rehaussement de tabias	4000 ha	67 %

Les réalisations faites dans le cadre des projets à caractère intégré sur une superficie de l'ordre de 41 600 ha de travaux de CES et 15 000 ha d'amélioration pastorale.

Stratégie de mobilisation des ressources en eau

- ✓ création de 21 barrages pour mobiliser 739 Mm³ par an,
- ✓ création de 203 barrages collinaires pour mobiliser 110 Mm³ par an,
- ✓ création de 1000 lacs collinaires permettant une exploitation de 50 Mm³/an,
- ✓ construction de 2000 structures d'épanchement des eaux d'oued, permettant la mobilisation de 47 Mm³/an,
- ✓ création de 1760 puits profonds qui pourraient mobiliser 458 Mm³ par an.

Une stratégie complémentaire à partir de 2003

- ✓ la réalisation de 11 grands barrages et 50 barrages collinaires,
- ✓ la gestion intégrée des ressources,
- ✓ l'économie d'eau et la gestion de la demande,
- ✓ le développement des ressources en eau conventionnelles, et
- ✓ la protection des ressources en eau.

La situation foncière des terrains forestiers, des parcours, ...

La faible participation des paysans dans le reboisement de leurs terrains ou dans les travaux d'entretien des ouvrages de conservation des eaux et du sol existants sur leurs terres

La difficulté de constituer des groupements de développement agricole

ENTRAVES DES STRATÉGIES

Conditions écologiques

Projets pilotes initiés dans les différents domaines

◆ Le Projet d'appui au PAN/LCD réalisé avec le concours de la coopération technique allemande (GTZ) qui a démarré en 2003. a pour objectif d'apporter un appui à la mise en oeuvre du PAN/LCD au niveau régional et local en développant des outils pour la planification intégrée et concertée pour la gestion durable des ressources naturelles.

◆ Le projet de mise en place du suivi-évaluation du PAN/LCD (Projet Tuniso-italien) réalisé avec l'appui de l'OSS. Ce projet vise à mettre en place un dispositif national de SE et les outils nécessaires pour le suivi de l'impact des interventions.

◆ Le projet de mise en place d'un système national de suivi-évaluation du programme d'action de lutte contre la désertification SMAP/CE. Ce projet vise à appuyer le Secrétariat de l'ONC dans la mise en place d'un Système de Circulation de l'information sur la désertification et l'environnement.

◆ Le projet d'élaboration de 4 Plans d'action régionaux (PAR) en collaboration avec le PNUD et avec le soutien financier de Finlande qui démarre concrètement début 2005.

◆ Le Projet de Soutien à la Mobilisation des Ressources et des Partenaires pour la mise en oeuvre du Programme d'Action National de lutte contre la désertification (PAN/LCD) en collaboration avec le Mécanisme Mondial de la CCD qui a démarré en 2004. 2002-2006.

◆ Mise en oeuvre auprès du Ministère des Affaires Sociales et de la solidarité d'un système de Réinsertion et d'Insertion Socio-économique SYRISE qui permet d'intervenir au niveau de 150 000 familles vulnérables bénéficiant du Programme National d'Aide aux Familles Nécessiteuses PNAFN et d'un système de planification et de coordination des actions de lutte contre la pauvreté

Projets de développement

➤ Projet de développement des zones montagneuses du Nord Ouest (PNO3) avec un appui financier de la BM (démarré en 2003).

➤ Projet de développement agro-pastoral du Sud Est (Tataouine et Kébili) avec un cofinancement du FIDA (démarré en 2003).

➤ Projet de développement agricole intégré de Ghazala-Joumine (évaluation et accord du Fonds Saoudien de Développement).

➤ Le projet de gestion des aires protégées (2003 – 2008).

➤ Le projet d'appui à la gestion durable des écosystèmes forestiers.

➤ Le projet intégré de gestion des ressources naturelles : Initié en 1998 pour une durée de cinq ans (1998-2002).

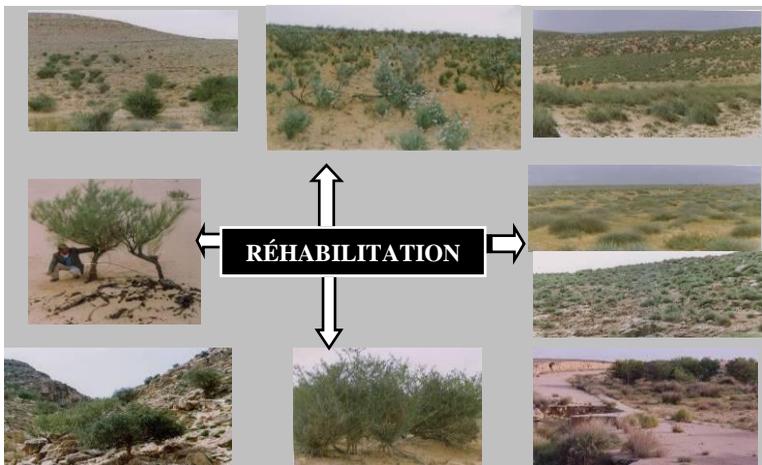
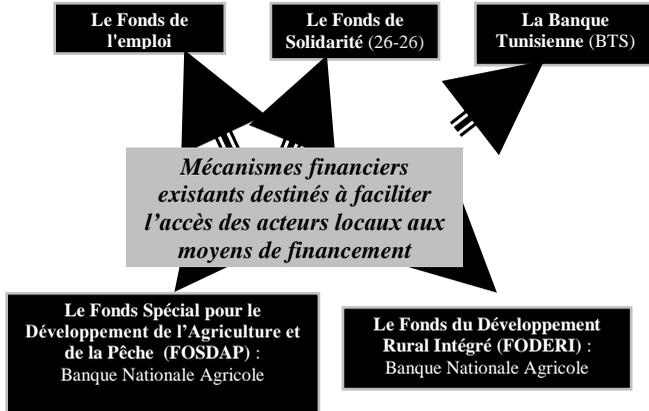
Modes de participation des divers acteurs

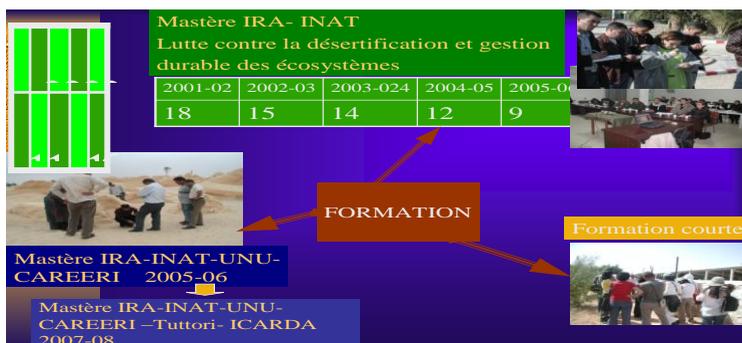
▪ Deux Programmes d'action locaux de lutte contre la désertification (PALLCD) ont été élaborés dans deux zones-test dans les Gouvernorats de Kairouan et de Kébili avec une approche participative impliquant de nombreux partenaires. Entreprise dans le cadre du projet de coopération tuniso-allemande (Projet d'appui à la mise en oeuvre du PAN-LCD).

▪ Le montage d'un programme spécifique de formation et d'ingénierie de formation au profit des associations et d'ONGs intervenants dans le PAN/LCD.

▪ La réalisation d'une consultation élargie sur l'implication des ONG dans la mise en oeuvre du PANLCD.

▪ La création d'un réseau national des ONG de LCD.





	Indicateurs de PER et Impact	Catégorie E-R-I*
Élimination de la pauvreté	Pourcentage de population vivant en dessous du seuil de pauvreté	E
	Dépense annuelle totale par personne selon le milieu (urbain/rural)	I
	Exode rurale	P
	Taux de prévalence contraceptive en milieu rural et urbain	E
Gestion des ressources naturelles	Occupation des terres agricoles de la Tunisie	E
	Superficies emblavées en céréales / superficie des parcours steppiques dans les Gouvernorats du Centre et du Sud	p
	Superficies emblavées en céréales+superficies arboricoles/ Superficie des parcours steppiques+superficie des terres agricoles pluviales dans les Gouvernorats du Centre et Sud	P
	Taux de recouvrement des formations forestières	E
	Incendies dans les forêts (surface, nombre, rapport S/N)	P
	Taux de recouvrement des formations steppiques	E
	Taux de couvert forestier	E
	Biomasse/ Indice de Végétation/ Albédo	E
	Carte pluviométrique de l'année agricole	E
	Pluviométrie des mois de septembre, octobre et novembre	E
	Stock d'eau dans les barrages au 31 août/capacité totale de stockage	E
	Indice d'exploitation des nappes profondes	R
	Taux du volume des eaux usées traitées/ volume total des eaux usées	R
	Superficie et Répartition des zones humides	E

LIENS RÉGIONAUX ET INTERNATIONAUX

- ✚ Système de circulation de l'Information sur la Désertification (SCID), en s'appuyant sur le réseau de développement durable installé, dans le pays ; dans le cadre des activités de l'observatoire tunisien de l'environnement pour le développement durable (OTED). Ce dernier en charge de l'élaboration du rapport annuel sur l'état de l'environnement.
- ✚ Les Commissions régionales et locales de Lutte Contre la Désertification.
- ✚ Le Programme d'action sous régional de l'Union du Maghreb Arabe (UMA).
- ✚ Le Programme d'action sous-régional de la Méditerranée septentrionale : la mise en oeuvre du projet DIS-MED, intitulé « appui à la mise en place d'un système de circulation de l'information sur la désertification à l'échelle des pays méditerranées ».
- ✚ Le programme d'action régional de l'Afrique (PAR) : Observatoires ROSELT.

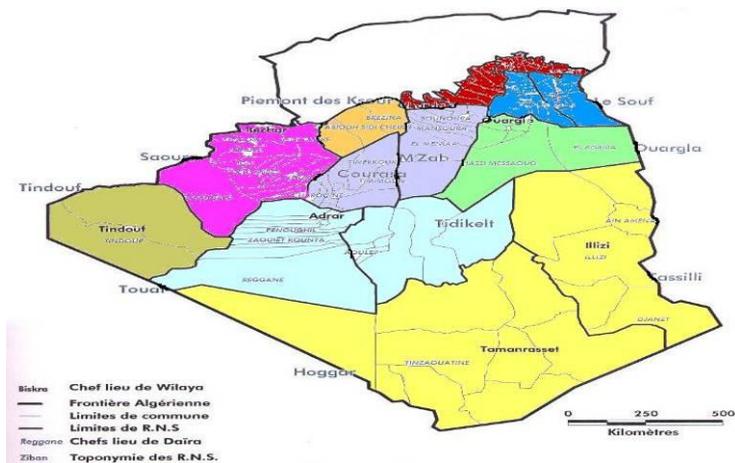
RESSOURCES EN EAU AU SAHARA ET LEUR IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Khadraoui A.

DG/ Agence de Bassin Hydrographique Sahara (ABH)

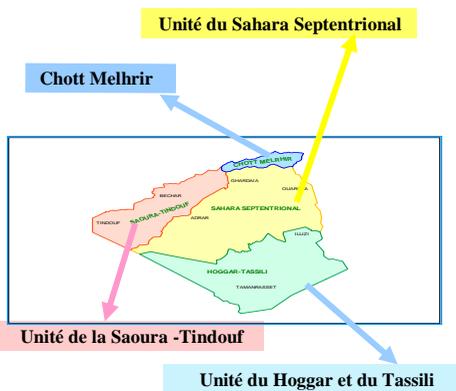
Site Web: www.abhs.dz. E-mail : abhs@wissal.dz

Régions naturelles du Sahara



Source : BRL. 1998

Le Bassin Hydrographique est subdivisé en quatre (4) unités



Ressources en eau superficielles



Oued M'zi (Laghouat)



Oued HAI (Biskra)



Oued M'zab



Oued Sidi Zarzour (Biskra)



Barrage de F. Gazelles (Biskra)



Barrage Fom Gherza (Biskra)

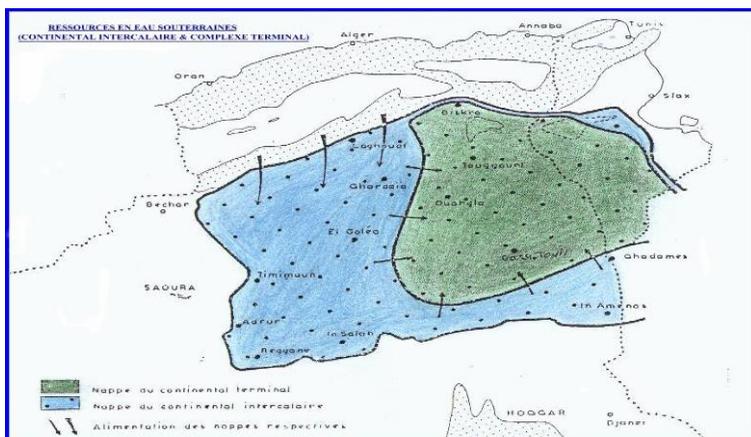


Barrage Djorf Torba (Béchar)



Barrage de Tadjount (Laghouat)

Nappes du Continental Intercalaire, Nappes du Complexe Terminal

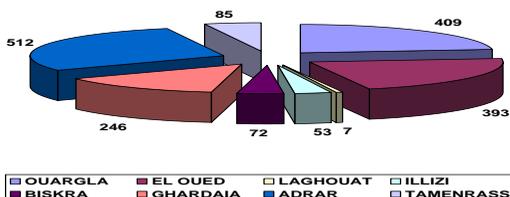


État actuel des connaissances

Nappes du CT et du CI

Forages (total)	Forages en Service	Forages à l'arrêt exploitable	Volume Soutiré hm3/an (1)	Volume exploitable hm3/an (2)	Volume total hm3/an (1+2)
3025	<u>2067*</u>	466	<u>1 765</u>	362	2 139

VOLUME UTILISE EN HM3/AN



Points d'eau



Puit (nappe phréatique)



Forage captant nappe du CT



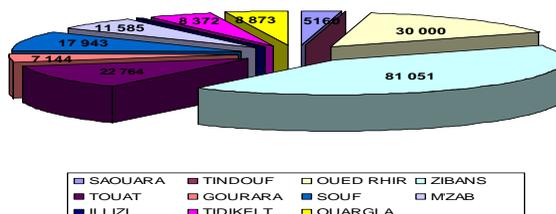
Puit dans un Ghout



Forage captant la nappe du CI

Agriculture et mise en valeur Hydro - agricole

SUPERFICIE IRRIGUEE PAR REGION



Modes d'irrigation



Goutte à goutte (El Oued Souf)



Submersion (Oued Righ)



Seguia – Gravitaire (Biskra)

Aires et modes d'irrigation



Bour (Ouargla)



Ghout (El Oued)



Amanderaie (El Oued)



Oliveraie (El Oued)



Céréaliculture (Pivot)



Répartiteur de Foggara (Adrar)

EMISSAIRE ET EXUTOIRE



Canal de Oued Rgh

Chott de de Ain Beida – Ouargla



Canal de Oued Righ



Contraintes naturelles liées à la ressource

- Contraintes propres au milieu désertique, (ergs, plateaux, chotts et sebkhas, représentant plus de 300 000 km²).
- Eau très faiblement renouvelable (fossile).
- Nappe du CI captée à plus de 2 000 m de profondeur (coût élevé du forage).
- Une forte température de l'eau pouvant atteindre les 55 °c et plus, nécessitant un équipement pour refroidir l'eau.
- Eau chargée en H₂S, acide accélérant la corrosion du tubage et formations salifères.



Effondrement du forage OKN 32 de Berkaoui



Impact de l'utilisation de l'eau sur l'environnement (Salinité)



Impact de l'utilisation de l'eau sur l'environnement



Ghout inondé



↑
Palmeraie dégradée



CONTRAINTES HYDRO-AGRIcoles

Contraintes climatiques

- températures élevées
- forte évaporation
- vent violent, vent de sable, sirocco
- gelées

Contraintes morphologiques

- topographie accidentée
- topographie très plane (drainage externe réduit)
- absence d'exutoire

Contraintes pédologiques

- Texture et structure du sol
- Profondeur
- Salinité
- Charge caillouteuse
- Faible teneur en matières organiques

RECOMMANDATIONS

- ✓ Application rigoureuse des lois et décrets liés à la ressource en eau et à leur impact environnemental.
- ✓ Bouchage des forages et puits abandonnés.
- ✓ Implantation judicieuse et équipement adéquat des forages.
- ✓ Surseoir à toute réalisation de forage dans les zones surexploitées.
- ✓ Suivi quantitatif et qualitatif des ressources en eau (préservation).
- ✓ Sensibilisation des différents utilisateurs à l'économie de l'eau.
- ✓ Réutilisation des eaux drainées et usées épurées pour l'agriculture.
- ✓ Renforcement des structures techniques existantes.
- ✓ Expérimentation et recherche appliquée liées au domaine de l'eau

LA BIODIVERSITE ET LE DEVELOPPEMENT DURABLE EN ALGERIE

Kadik B.

Maître de recherches. USTHB

Liminaire

La pensée écologique au sens large doit s'élever au-dessus des barrières traditionnelles qui séparent les disciplines et faire un effort conceptuel en vue de mettre en œuvre des programmes de développement liés à la conservation.

Le public est associé à cet effort afin de découvrir et réaffirmer sa responsabilité quant à la puissance de la nature et à l'harmonie qu'il y a lieu d'établir entre l'homme et cette prodigieuse force

QUELQUES DEFINITIONS

BIODIVERSITE : Variabilité des organismes vivants de toute nature et de tout milieu y compris les complexes écologiques dont ils font parties, c'est la diversité au sein des espèces, entre espèces et celles des écosystèmes.

ECOSYSTEMES : Unités fonctionnelles formées de communautés de plantes, d'animaux, de micro-organismes et de leur environnement.

HABITAT : Site dans lequel un organisme ou une population existe à l'état naturel.

MATERIEL GENETIQUE : Matériel d'origine végétale, animale, microbienne ou autre contenant des unités fonctionnelles de l'hérédité.

DEVELOPPEMENT DURABLE : Un développement durable doit répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins (CMED).

ECONOMIE DURABLE : Est conçue en fonction du développement durable, elle préserve le capital de ressources et continue à se développer grâce à l'amélioration, de la connaissance, de la gestion, de la technologie et du savoir.

BIOTECHNOLOGIE : Application technologique des systèmes biologiques, des organismes vivants ou de leurs dérivés pour réaliser, modifier des produits ou des procédés à usage spécifique.

CONSERVATION *in situ* : Conservation des écosystèmes et des habitats dans leur milieu naturel et dans le cas d'espèces cultivées dans le milieu ou elles ont développées leurs caractères distinctifs.

CONSERVATION *ex situ* : Conservation des éléments constitutifs de la diversité biologique en dehors de leur milieu naturel : Jardins botaniques, vergers conservatoires, arboreta, parcs zoologiques, banques de graines, de gènes, micropropagation et culture *in vitro*, etc.

A/ INTRODUCTION

1- Biodiversité

Les gènes, les espèces, les micro-organismes, les écosystèmes découlent d'une évolution qui a duré des centaines de millions d'années. Le nombre d'espèces n'est pas connu. On estime ce nombre entre 05 et 80 millions d'espèces. Sur 1.4 millions d'espèces étudiées 250 000 sont des plantes, 750 000 des insectes, 41 000 des vertébrés, le reste sont des invertébrés, des champignons, des algues et autre micro-organismes. La richesse des espèces va croissant du pôle vers l'équateur. En Malaisie par exemple on a dénombré 570 espèces de plus de 2 cm de diamètre par hectare, cela équivaut à plus de la moitié de la totalité des espèces du Danemark. Les climats du type méditerranéen sont également riches : sur 23 200 espèces recensées dans le sud de l'Afrique près de 18 560 sont endémiques.

1- La *biodiversité* a des applications non seulement d'ordre écologique mais aussi et surtout d'ordre économique et social.

2- Nous ne maîtrisons pas les connaissances sur la *biodiversité* et ses composantes.

3- Nous manquons beaucoup des bases scientifiques pour nous permettre de planifier correctement un développement durable lié à une préservation convenable de la *biodiversité*.

4- Durant ces dernières décennies, des pressions intenses ont occasionné un appauvrissement de la *biodiversité* et une réduction quantitative et qualitative de ses constituants.

5- La dégradation des habitats naturels et leur morcellement provoquent un déclin des espèces et une réduction de la diversité génétiques.

2- Utilisation des espèces de la Biodiversité

Sur les 250 000 de plantes identifiées

✓ 75 000 sont comestibles ;

✓ 2 000 sont domestiques ;

✓ 150 cultivées à des fins commerciales ;

✓ 30 espèces fournissent près de 90% de l'alimentation, notamment les huiles, les protéines et autres composants nutritionnels ;

✓ Industries particulièrement les matériaux de construction, les insecticides, les parfums les teintures, les textiles.

✓ Plantes médicinales et Lpharmaceutiques : 35 000 à 70 000 plantes.

✓ Plantes de protection et d'intérêt écologique et de décoration

Cultivars, écotypes, plantes apparentées aux espèces cultivées

Principaux groupes de plantes

- ✓ Plantes à fleurs : 250 000.
- ✓ Conifères et assimilés 700.
- ✓ Fougères et espèces voisines 12 000.
- ✓ Mousses et hépatiques 24 000.
- ✓ Algues 25 000.
- ✓ Champignons 70 000.
- ✓ Lichens 18 000.

3- Le développement durable

Le développement durable est une notion qui vise à améliorer les conditions de vie des populations tout en restant dans les limites de la capacité de charge des écosystèmes. Le développement durable traite à la fois de l'utilisation et de la préservation des ressources naturelles, qu'elles soient renouvelables ou non. Les connaissances des sciences physiques et biologiques dans le domaine de la préservation des terres et du couvert végétal notamment celles qui sont arides, les techniques et les méthodes qui en découlent doivent également être complétées par l'étude des sciences sociales. Depuis un certain nombre d'années tant au niveau national qu'international, les aspects mésologiques de l'exploitation et de la gestion des ressources commencent à être pris en charge par les opérateurs concernés. En matière de développement durable, le progrès économique et social favorable à la production des richesses et à la création d'emplois doit se faire sans porter préjudice à la capacité de renouvellement des composantes de la biodiversité.

4- Biodiversité et développement durable

Adapter le développement aux changements socio-économiques et à l'amélioration des conditions de vie des populations.

Adopter une stratégie de conservation et de développement durable collée à la réalité du terrain et à l'expérience vécue.

Réhabiliter et restaurer les écosystèmes dégradés notamment les forêts, la steppe, les régions sahariennes, les zones humides.

Mettre en place une base de données sur les ressources naturelles.

Sensibiliser les décideurs sur la nécessité d'utiliser rationnellement les ressources naturelles. Considérer la sécheresse non pas comme une fatalité mais comme une composante normale et non accidentelle. Il y a lieu de prendre en charge ses risques dans la planification et dans les programmes de développement mis en oeuvre

Tenir compte de la fragilité et de la vulnérabilité du milieu dans les zones touchées par la dégradation, l'érosion, la désertification et la pollution. Leurs ressources naturelles sont limitées et facilement altérables.

Parmi les causes multiples de la perte des potentialités les plus liées à l'action de l'homme on peut compter la mauvaise exploitation ou la surexploitation des terres, des forêts, des zones de parcours, des ressources en eau.

5- Problématique

Si on assiste depuis ces dernières décennies à une accentuation de la dégradation des zones naturelles, à l'intensification du processus d'érosion et de désertification, à la perte des espèces animales et végétales et à l'appauvrissement de la biodiversité, ceci ne va pas sans une répercussion négative sur la production des biens et des services et sur les conditions de vie des populations.

Les systèmes de production sont affectés par la baisse de fertilité des sols et leur rétrécissement, dû à l'exploitation intensive et à l'utilisation excessive et inadaptée d'engrais minéraux et de pesticides, la diminution des ressources hydriques et leur contamination, à l'accumulation des sels dans le sol par l'insuffisance ou l'absence de réseaux de drainage.

La diversité biologique, qui inclue la diversité génétique, est menacée y compris dans les régions arides ou semi-arides, déjà naturellement sensibles, ou dans les régions à forte démographie où la pression humaine et les considérations sociales sont peu intégrées aux préoccupations environnementales.

Le recours à des variétés obtenues par manipulation génétique et à des espèces animales dites de haute performance a contribué à l'abandon des patrimoines locaux mieux adaptés. Parallèlement les contraintes du milieu physique et socio-économique ont aggravé ce processus d'appauvrissement de la diversité biologique et de rétrécissement de la diversité génétique.

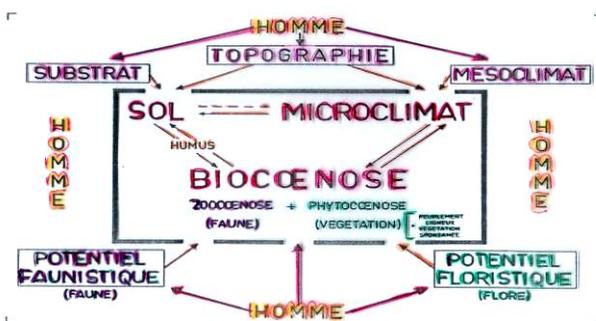


FIG. 1. — Schéma d'action des différents facteurs déterminant la station

LA VALEUR DES RESSOURCES NATURELLES

VALEUR D'USAGE	valeur de consommation directe	consommation des ressources génétiques sans transformation (cueillette, chasse).
	valeur productive	utilisation des ressources génétiques dans des cycles productifs (obtention variétale, exploitation forestière, médicaments à base de plantes...).
	valeur récréative	exploitation sans consommation (promenade, ornithologie...).
VALEUR ÉCOLOGIQUE		liée à l'interdépendance entre organismes.
VALEUR D'OPTION		liée à l'exploitation future des ressources génétiques.
VALEUR D'EXISTENCE		liée à la satisfaction que procure l'existence des ressources génétiques.

source : La Recherche n°239, janv. 1992.

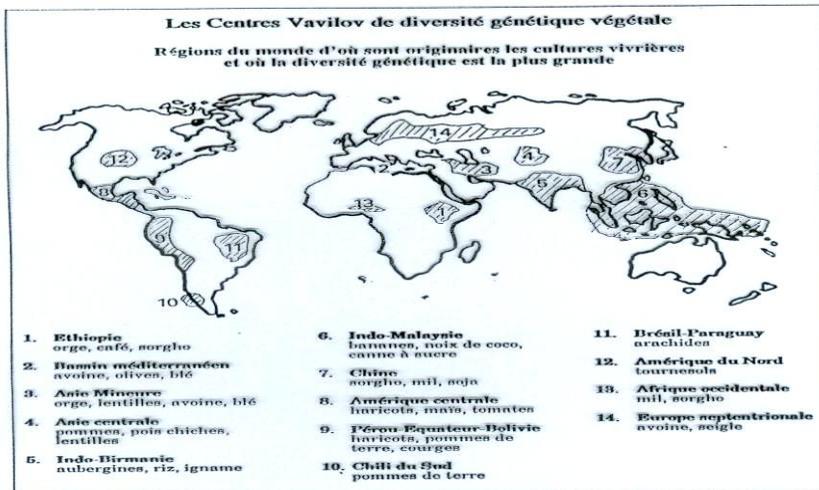
Les économistes ne savent pas définir la valeur d'un bien ou d'un service, ni même parfois son prix. Tout au plus peuvent-ils l'approcher (voir tableau ci-dessus). Cette décomposition de la valeur, applicable à d'autres biens non marchands, ne peut cependant être chiffrée qu'imparfaitement et indirectement. D'où la difficulté de fixer les règles du partage entre utilisateurs et fournisseurs de ressources génétiques dans une négociation qui mêle enjeux actuels et futurs des ressources génétiques.

Certains éléments de la valeur de la biodiversité peuvent toutefois être cependant chiffrés⁽¹⁾ : environ 200 millions de dollars (40 dollars/km²) pour les 4 545 sites (4,95 millions de km²) protégés, qui concourent à la conservation *in situ* de la biodiversité sauvage. Il existe aussi des coûts indirects résultant de la non-exploitation intensive par l'Homme de ces zones. Pour les seules ressources génétiques agricoles, la gestion des banques de gènes coûte environ 60 millions de dollars (0,5% du marché mondial des semences ou entre 100% et

140% de la recherche et développement de l'industrie des semences). Au total, la conservation (*in situ* et *ex situ*) de la biodiversité mobilise bien peu de capitaux et d'énergie humaine en regard de son importance.

(1) Lire notre dossier « Agriculture et environnement » (Solagrall mensuel n° 106, sept. 1991) et « Le prix du risque » de J. Faurechal (éd. Presses du Coex, 1991).

(2) Les données sont extraites d'un article de F. Levéque et M. Glachant « La gestion mondiale des ressources vivantes » dans La recherche n°239, janv. 1992.



Les niveaux de financement supplémentaire proposés ont été développés, émis par le Groupe de Travail pour fournir un ordre de grandeur des besoins en investissement. Les estimations financières présentées ci-dessous sont basées sur la meilleure information dont dispose le Groupe de Travail du 31 mai-4 juin 1991 à la Session Plénière d'Oslo. Ces estimations sont prudentes et demandent une analyse plus détaillée. Cependant, nous sommes convaincus que l'ordre de grandeur est réaliste et nous donne une indication des besoins réels et urgents.

FIGURE 1: FONCTION DU SYSTEME MONDIAL



FIGURE 2: STRUCTURE DU SYSTEME MONDIAL



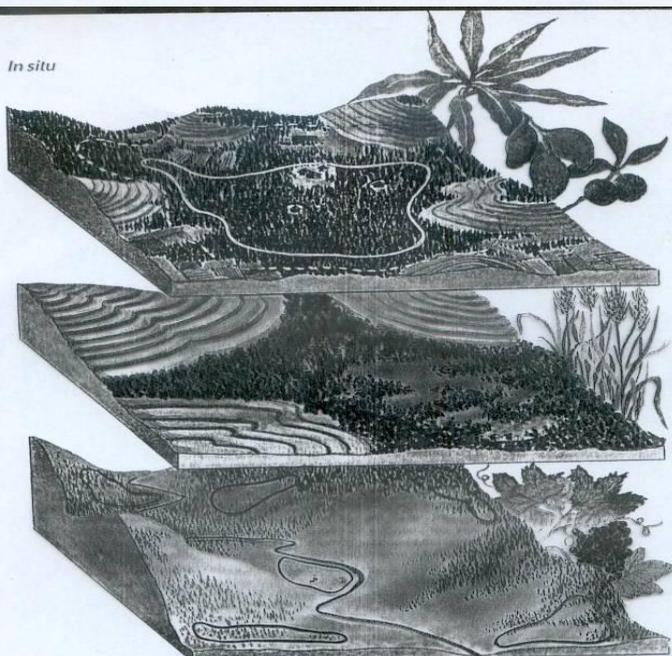
LA CONVENTION SUR LA BIODIVERSITE INSTRUMENT JURIDIQUE INTERNATIONAL ET CADRE LEGISLATIF NATIONAL DONT L'APPLICATION EST OBLIGATOIRE

I OBJECTIFS

- Conservation de la diversité biologique.
- Utilisation durable de ses éléments.
- Partage juste et équitable des avantages.
- Accès satisfaisant aux ressources génétiques.
- Transfert approprié et techniques pertinentes.
- Financement adéquat.

II PRINCIPES

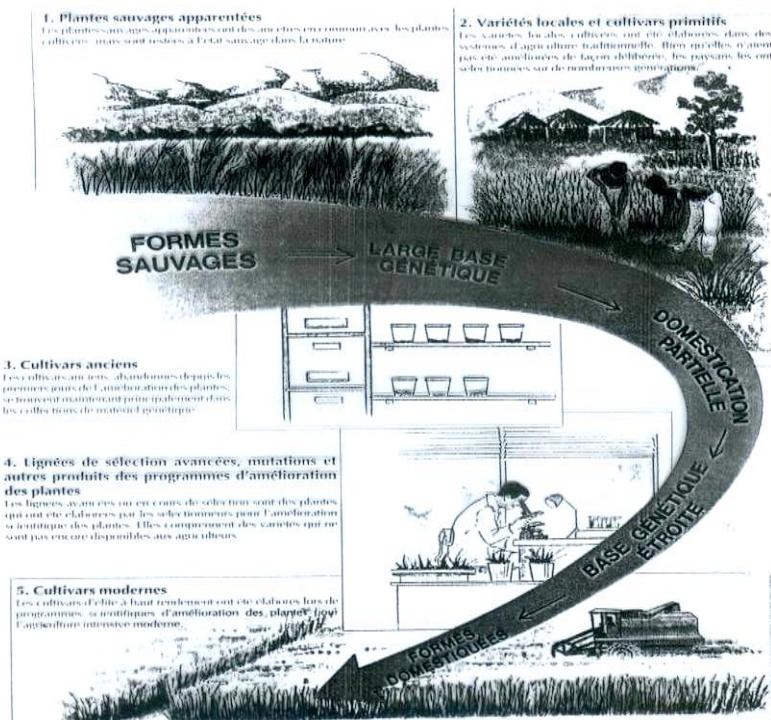
- 1/ **Droit souverain des états d'exploiter leurs propres ressources.**
- 2/ **Accès aux ressources génétiques dans des conditions convenues d'un commun accord et partage équitable et juste de l'utilisation commerciale avec la partie contractante qui fournit ces ressources selon des modalités mutuellement convenues.**
- 3/ **Accès à la technologie et transfert de technologie assuré avec toutes les facilités à des conditions justes et favorables.**
- 4/ **Appui financier : les pays développés fournissent les ressources financières nouvelles.**



Les réserves génétiques ou *in situ*, situées dans la nature, sont la meilleure méthode de conservation de certaines plantes sauvages apparentées. Elles sont principalement destinées aux arbres tropicaux à graines récalcitrantes comme les manguiers et les plantes pérennes à propagation végétative comme les agrumes, montrés dans la figure du haut dans une réserve de la biosphère, avec deux zones de réserve génétique entourées de rouge. La zone externe, comprise entre le trait bleu et le trait pointillé, est la zone de transition. La figure du milieu montre une réserve spécialisée pour un parent sauvage du riz, installée près d'une région de riziculture pour l'étude de la résistance aux maladies du riz cultivé. En bas, un réseau de réserves situées dans divers habitats conserve la vigne sauvage, plante dont la diversité est largement répartie mais pas entièrement comprise. Dans chaque type de réserve, une équipe de recherche protège et assure le suivi de la réserve, échantillonne la diversité génétique des plantes sauvages apparentées, et distribue le matériel génétique aux sélectionneurs.

La gamme des ressources génétiques: les cinq catégories de matériel génétique

Ces cinq catégories forment d'une part d'un continuum d'évolution reliant les anciennes formes sauvages et les variétés cultivées modernes (cultivars) et d'autre part, d'un continuum écologique liant les formes sauvages et domestiquées.



Ces cinq catégories couvrent ensemble toute la diversité génétique passée et présente d'une plante cultivée: son pool génétique. C'est le matériel brut utilisé par les sélectionneurs. À l'exception de la première catégorie (les plantes sauvages apparentées), ces plantes sont dites domestiquées, car elles ne peuvent survivre dans la nature.

B/ CARACTERISTIQUES ECOLOGIQUES EN ALGERIE

La région méditerranéenne dans laquelle sont compris les domaines biogéographiques en Algérie à climat xérotérique typique subissant également dans leur grande majorité des pressions à la fois écologiques et anthropiques.

- Des fluctuations climatiques saisonnières et interannuelles, de grandes amplitudes thermiques et pluviométriques entraînent souvent des discordances graves entre la production végétale, animale, forestière et zootechnique et provoque des crises dans les milieux sociaux.
- La grande variabilité des écosystèmes utilisés apparaît notamment dans leur structure, leur composition, leur biomasse et autre. Ce qui implique des pratiques d'aménagement et de développement très diversifiées loin de toute généralisation d'un type d'intervention par rapport à un autre.
- Les pressions humaines très fortes conduisent souvent à une exploitation abusive des terres en général et des écosystèmes en particulier, déclenchant un processus de dégradation des terres et de ressources naturelles ainsi qu'une fragmentation des paysages. Chaque milieu ayant ses propriétés propres doit faire l'objet d'un programme adapté à ses caractéristiques écologiques et socioéconomiques.

I- Contrastes géographique et écologique de l'Algérie

1- L'Algérie qui couvre 2.323.000 km² est l'un des plus grands pays d'Afrique. Elle est constituée d'une double chaîne de montagnes de 1000 à 1800 m d'altitude qui sépare le nord du reste du pays. Cinq zones de précipitation et de ruissellement vers les plaines côtières de la Méditerranée, organisent cette espace en une série de 17 bassins versants parallèles à la côte et dont les cours d'eau se dirigent vers la mer.

2- Les Hauts plateaux arides et semi-arides situés entre le plissements des chaînes de l'Atlas contiennent des bassins de marais salants *Chott, Sebkhia, Zahrez*, vers lesquelles convergent les oueds.

3- Ces deux régions, zones côtières et Hauts plateaux représentent 12% du territoire national, ayant des caractéristiques de climat, de sols et de végétation typiquement méditerranéennes.

4- La sécheresse qui est aussi un risque naturel périodique et chronique constitue un facteur aggravant des phénomènes d'érosion hydrique et de désertification.

5- Les sols sont peu épais et sont marqués par un contenu élevé en sel et en calcaire.

6- Une grande partie du territoire est couverte par l'un des plus vastes déserts du monde et l'un des plus arides. Sur les 9 millions de km² que couvre le Sahara, depuis l'Atlantique jusqu'au Nil, l'Algérie possède 2 millions de km². Elle recèle une richesse hydrique et biologique, conséquentes et des valeurs humaines et historiques uniques.

7- Ces particularités géophysique, écologique et sociologique ont favorisé l'existence d'une diversité d'écosystèmes, d'espèces végétales, dont il convient de connaître le statut afin de concevoir et de mettre en place une stratégie de conservation et d'utilisation durable et adaptée.

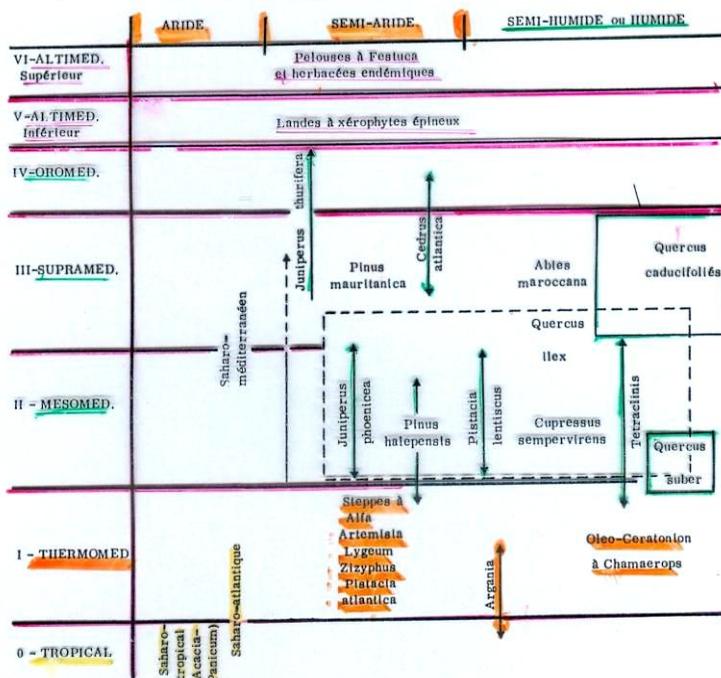
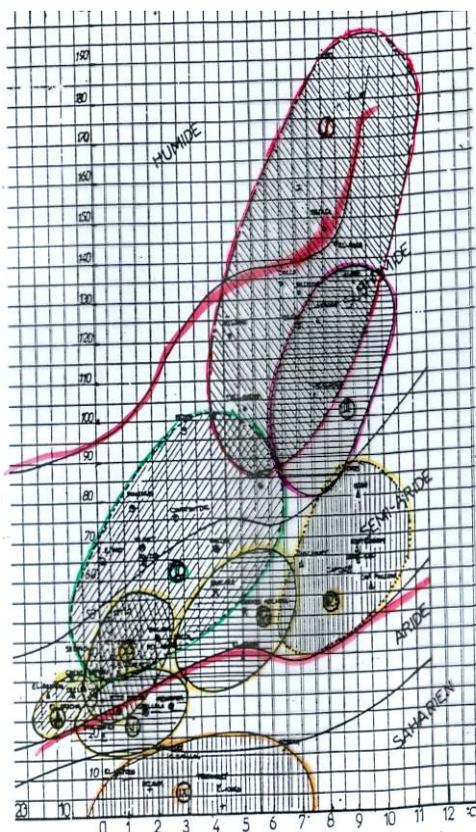


Fig. 11 - Tableau schématisique de la végétation dans le Haut-Atlas marocain (original - Explications ci-dessus, le rectangle en tirets représente l'aire écologique assez large de Quercus suber).



CLIMAGRAMME PLUVIOTHERMIQUE D'EMBERGER

REPRESENTATION GRAPHIQUE DES ZONES BIOGÉOGRAPHIQUES DE L'ALGÉRIE

D'après les données de P. SELTZER 1946
Fig 13

SYMBOL	DESCRIPTION DES ZONES	VEGETATION CARACTÉRISTIQUE PRINCIPALE
S	SAHARIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
III	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
IV	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
V	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
VI	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
VII	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
VIII	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
IX	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
X	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
XI	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
XII	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
XIII	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
XIV	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
XV	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
XVI	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
XVII	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
XVIII	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
XIX	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)
XX	LITTORALE ALGÉRIENNE	SAHARA (SAHARA, SAHARA, SAHARA)

- I HUMIDE
- II TELLIEU
- III LITTORALES ALGÉRIENNES
- IV SAHARIENNE
- V SAHARIENNE
- VI SAHARIENNE
- VII SAHARIENNE
- VIII SAHARIENNE
- IX SAHARIENNE
- X SAHARIENNE
- XI SAHARIENNE
- XII SAHARIENNE
- XIII SAHARIENNE
- XIV SAHARIENNE
- XV SAHARIENNE
- XVI SAHARIENNE
- XVII SAHARIENNE
- XVIII SAHARIENNE
- XIX SAHARIENNE
- XX SAHARIENNE

II – Les principaux écosystèmes

1- Les écosystèmes forestiers

Comprenant le groupement du pin maritime localisé sur les bioclimats subhumides variant entre 500 et 700 m.

Le groupement du chêne-liège se développe sous une pluviométrie de 600 mm et s'étend sur 300 000 ha.

Le groupement du chêne-vert se rencontre dans les bioclimats humide, subhumide et semi-aride à des altitudes variant entre 500 et 1800 m.

Le groupement du cèdre va jusqu'à 2000m d'altitude et descend à 800 m, il croit entre 500 et 1500 mm de pluies.

Le groupement du pin d'Alep se développe entre 300 et 600 mm de pluies. Du littoral il peut monter jusqu'à 1200 m d'altitude.

Le groupement du thuya occupe les stations sublittorales à des pluviométries allant de 300 à 600 mm, il domine les groupements forestiers du nord-ouest algérien.

Signalons aussi le sapin de Numidie dans les Babors qui occupe 300 ha à une pluviométrie supérieure à 1500 mm, il abrite également des espèces endémiques très rares.

Par ailleurs, une autre relique est à signaler en Kabylie, c'est le pin noir de Mauritanie dans le massif de Djurdjura sur une superficie de 300 ha.

2 - Les écosystèmes steppiques.

Sur les 28 millions d'hectares que comprend la steppe y compris les zones steppiques présahariennes, 15 millions peuvent être considérés comme palatables : il faut compter 1,5 millions de terres cultivées, 1,4 millions d'ha de terres forestières ou à vocation forestière, 2,5 millions d'hectares de terres improductives constituées par les formations sableuses, les zones salées, les terres nues dégradées notamment les roches nues.

- Formation à alfa (*Stipa tenacissima*)

L'étendue de ce type de végétation n'a pas cessé de se rétrécir face au surpâturage à l'exploitation anarchique sans possibilité de renouvellement pour l'industrie et à l'extension des cultures amplifiées par la sécheresse si bien qu'il est difficile de trouver aujourd'hui des nappes d'alfa en bon état.

- Formation à armoise blanche (*Artemisia herba alba*)

En année particulièrement sèche l'armoise est surpâturée. Les espèces qui l'accompagnent sont entre autre *Helianthemum lipii*, *Stipa parviflora*, *Noea mucronata*, *Atractylis serratuloides* et de nombreuses annuelles et herbacées essentiellement *Paronichia argentea*, *Plantago albicans*, *Adonis dentata*, *Salvia verbanaca*, *Eruca sativa*, etc. La production en année favorable avoisine les 100 UF par hectare.

- Formation à *Lygeum spartum*

Ce type de groupement se présente souvent sous forme de nappe dense et se distribue en filots sur la presque totalité des zones basses, en fonction de l'importance de l'ensablement des sols dégradés et maigres ou le miopliocène affleure.

- Formation à *Aristida pungens*

Cette formation est localisée essentiellement dans les sites récemment ensablés. La nature des espèces qui l'accompagnent dépend de l'importance et de l'âge de l'ensablement.

3- Les écosystèmes pré saharien et saharien

Les groupements sahariens se différencient par la nature des milieux qu'ils occupent. Les principaux groupements sont : les *hamadas*, les *regs*, les *ergs* et les *oueds*. Ce sont des types géomorphologiques auxquels est liée une végétation caractéristique. On peut citer notamment :

- 1- Le groupement à *Remt* (*Hamada scoparia*), se trouve réparti sur les piedmonts sud et les premiers glacis de l'*Atlas Saharien* et dénote la présence des conditions écologiques très sévères du nord du Sahara. On note également la présence d'accumulation sableuse ou de formation des dunes, selon l'intensité de la dégradation.
- 2- Le groupement buissonneux à *Rantherium suaveolens* est mélangé à d'autres espèces sahariennes, notamment l'*éphédra* et le *remth*. C'est le bioclimat saharien tempéré.
- 3- Les groupements sahariens proprement dits comprennent plus de vingt (20) espèces arborescentes dont le cyprès du Tassili, le peuplier de l'Euphrate, le figuier à feuilles de saule, *Ficus ingens*, *Acacia raddiana*, *Acacia seyal*, *Acacia albida*, *Balanites aegyptiaca*, *Salvadora persica*, *Maerua crassifolia*, *Pistacia atlantica* (pistachier de l'Atlas), *Olea Lapperini* (olivier de Laperrière) et autres.

Il faut ajouter à cela d'autres espèces arbustives telles que les *Calligonum*, le *retam*, le *Leptadenia*.

4 - Les autres espèces spontanées et les espèces apparentées aux plantes cultivées

Ce sont les espèces spontanées ancêtres des plantes cultivées dans les milieux agricole, industriel, médicinal et pastoral. En agriculture ce sont notamment les orges, les blés, les avoines, les vesces, les sainfoins, les luzernes, les trèfles, les fèves, les lentilles et les autres.

Pour les plantes médicinales et aromatiques, on peut citer, les trigonelles, les coriandres, les menthes, l'anis, les sauges et autres.

Nombreuses sont ces espèces ayant les caractéristiques génétiques uniques et une importance économique et sociale.

Elles sont non seulement adaptées à la variété des différents milieux, mais elles sont également bien connues des populations locales qui les utilisent souvent dans leurs terroirs et leur vie quotidienne depuis des milliers d'années.

Ces espèces qu'on appelle parfois utilitaires sont constituées par les céréales, les légumineuses alimentaires et fourragères.

III- Diversité biologique riche et variée

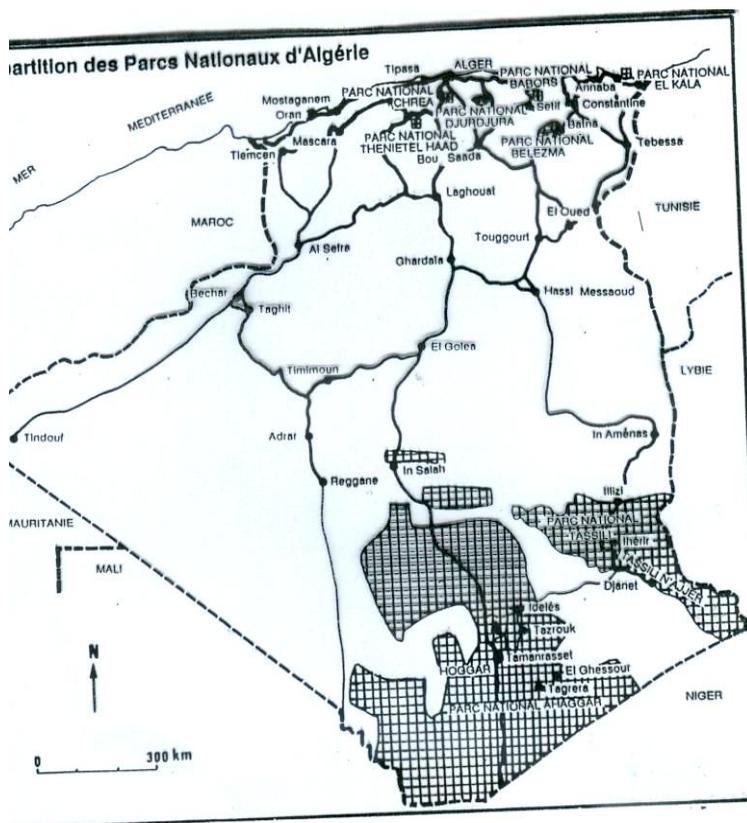
On y dénombre en matière de :

Flore. Plus de 3139 espèces végétales : assez rares 249, rares 647 très rares 640, rarissime 35 (QUEZEL ET SANTA 1962-1963) Endémiques, 168 selon l'IUCN et 700 selon MOLINIER, 130 espèces sont cosmopolites, 626 sont fourragères.

Faune. 90 espèces de mammifères, 350 espèces d'oiseaux, 70 espèces de reptiles, 70 espèces de poissons, 12 espèces d'amphibiens- **Faune disparue** : Lion de l'Atlas, Panthère, Oryx, Autruche, Ibis chauve, outarde barbu, demoiselle de Numidie, guépard. **Espèces traquées** : cerf de barbarie, gazelles, mouflon à manchettes, hyène, outarde houbara

Animaux domestiques. **Bovin** : Brune de l'Atlas, la guelmoise. **Ovin** : Ouled Djellal, Hamra, Beniguil, Rembi, Dmen. **Equin** : cheval barbe, arabe-barbe, arabe. **Autres** : Chien berger de l'Atlas, slougui, etc.

Cette répartition des espèces se fait selon des gradients à la fois *édaphoclimatiques* et de continentalité.



C/ RESSOURCE EN EAU ET EN SOL EN ZONE ARIDE ET CONNAISSANCE DE LA BIODIVERSITE

1- Concernant l'eau

Celle ci est caractérisée par sa rareté et sa diminution progressive notamment dans les pays arides, semi-arides et désertiques.

La zone désertique regroupe en fait 4 grandes zones : les oasis (chotts orientaux) le Sahara septentrional, les montagnes de l'Ahaggar et du Tassili, La Saoura-Tndouf

Dans le développement agricole, forestier et piscicole, il s'agit en fait de conserver les terres, l'eau et le patrimoine génétique des plantes et des animaux et d'utiliser les moyens et méthodes éprouvés sans porter atteinte ni à l'environnement ni à la capacité productive des milieux naturels.

Les ressources en eau sont représentées en grande partie par les eaux souterraines représentées par deux aquifères, le continental intercalaire (CI) et le complexe terminal (CT). Soit une capacité estimées à 60 000 milliards de M³, à une température de 60° en moyenne et une minéralisation de 1 à 5 g/l. Ces nappes sont menacées par la perte de l'artésianisme, l'assèchement des puits, le tarissement des exutoires, la dégradation de la qualité des eaux, la remontée vers la surface de nappes phréatiques.

La gestion et la mise en valeur doivent obéir à des règles rationnelles et durables suivant des modèles mathématiques et des observations continues des modifications ou des évolutions dans le fonctionnement physique et biologique de ces milieux. La gestion durable des régions sahariennes passe par la maîtrise des techniques hydroagricoles qui évitent la remontée des eaux, l'augmentation de la salinité, notamment par l'absence d'un réseau de drainage ou, s'il existe, veiller à son entretien.

Le recours à une agriculture irriguée de plus en plus intensive, grande consommatrice d'eau et d'intrants, nécessite l'adoption d'une stratégie d'irrigation et de drainage suivant des normes qui tiennent compte de la pression qui s'exerce sur la ressource pour les besoins domestiques et industriels notamment et veillant à limiter la pollution et d'autres effets néfastes sur l'environnement.

2- Concernant le sol :

Les contraintes

- Sols pauvres en matière organique.
- Sols à profil dominé par la teneur en sels de sodium notamment (nitrates et sulfates) et en calcaire s'accumulant en surface et à faible profondeur apparition de sols hydromorphes par suite de l'existence d'une nappe permanente ou temporaire qui induit une imperméabilité.
- Sols à pH voisin de la neutralité ou assez calcaire, ont une faible teneur en éléments minéraux. Les sols nouvellement mis en culture peuvent présenter des taux assez bons les premières années puis deviennent déficitaires après quelques cycles de culture.
- La texture est souvent grossière (sable), parfois argileuse, la structure médiocre du fait de la teneur en sel et du faible taux de matière organique et d'argile.

3 - La connaissance de la biodiversité

Ce qu'il faut faire

- Concevoir et mettre en œuvre un programme national sur la connaissance de la faune et de la flore et de leurs habitats.
- Réaliser des programmes d'inventaire des espèces et du savoir faire locaux.
- Mettre en place un réseau de conservation *in situ* par la création de réseaux d'aires protégées notamment dans les zones représentatives des principaux écosystèmes d'intérêt national.
- Mettre en place un système de conservation *ex situ* bien coordonné notamment par un réseau de collections spécialisées et de semences, de jardins botaniques, de jardins zoologiques et de banques de gènes.
- Etablir un système cartographique permettant aux décideurs à différent niveau de responsabilités de mettre en place leur projet sans perturber le fonctionnement des écosystèmes.

Ce qu'il faut éviter

- D'une part, la tentation d'un romantisme passéiste privilégiant le retour aux formes ancestrales d'utilisation des régions arides et semi-arides et qui aboutirait très vite à transformer ces régions en musée et parcs de civilisation traditionnelle pour touristes nostalgiques des périodes révolues.

- D'autre part, à l'inverse, il faut éviter l'attitude scientiste et l'attitude futuriste démesurée qui, sous couvert de vouloir s'intégrer à la civilisation de XXI^{ème} siècle, consisterait à faire croire que seule la science est une panacée qui peut, à elle seule, résoudre tous les problèmes susceptibles de tirer les populations de leurs préoccupations de subsistance et de bien être.

Cela ne veut pas dire non plus qu'il faille faire table rase de toutes les connaissances des populations locales. Tout progrès doit se baser sur ces constantes culturelles qui constituent un patrimoine national tout en faisant bénéficier ces populations des avantages découlant de la science, de la technologie et de l'innovation.

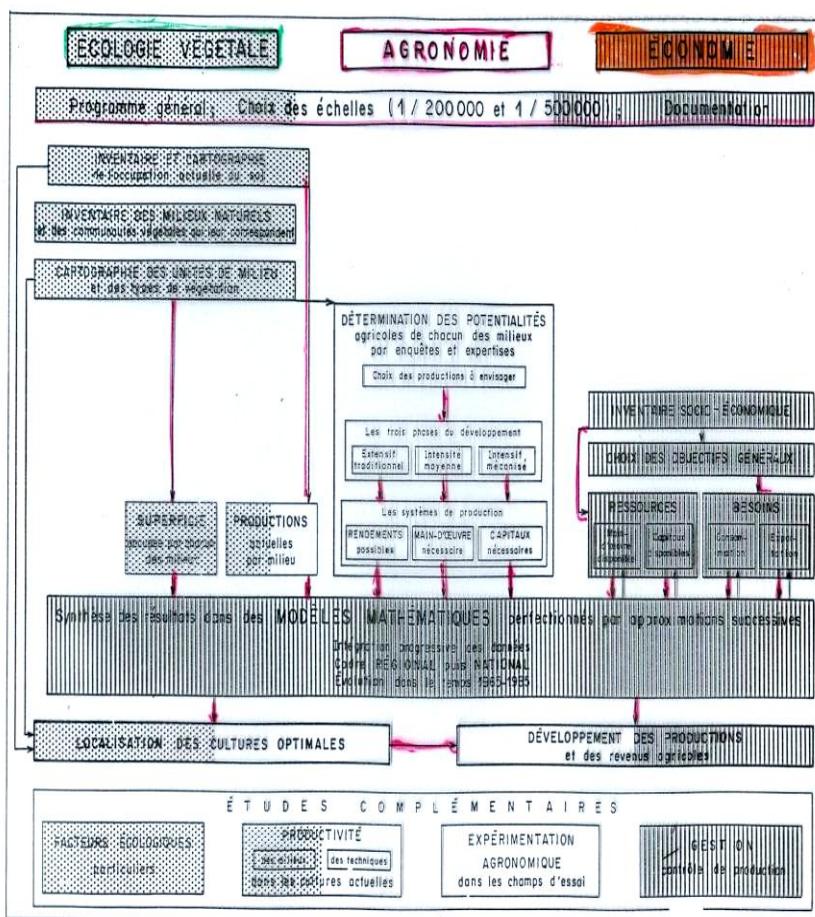


Fig. 6 - Coordination des études menées pour le développement agricole de la Tunisie

Coordination of the studies carried out for the agricultural development of Tunisia

D/ ECOSYSTEMES, BIODIVERSITE ET DEVELOPPEMENT DURABLE

1 – Principe de la gestion et de la conservation

- Comprendre le fonctionnement des écosystèmes permet de prédire les réactions du milieu naturel aux perturbations afin d'apporter les solutions pertinentes.

- Le programme à mettre en œuvre aura pour motivation profonde d'améliorer la gestion et d'optimiser la production.

- La notion d'observations continues des écosystèmes constitue un élément fondamental nécessaire à toute action de développement dans le milieu rural. Elle permet d'évaluer la dynamique des composantes de la biodiversité et des ressources, de pondérer la nature des pressions et d'apporter les solutions en temps opportun afin d'apporter les corrections utiles en temps voulu.

- Les décideurs doivent être conscients que la survie des sociétés humaines est intimement liée au devenir du milieu naturel et à sa santé.

- Les activités à entreprendre doivent veiller à la cohésion des diverses composantes de ces producteurs naturels de richesse et de bienfaits.

- Ce n'est que par le respect des équilibres naturels, socio-économiques et des capacités de production qu'on pourra ralentir le processus de la baisse de fertilité des terres et de leur rétrécissement
- Les patrimoines locaux entretenus par les savoir-faire des populations et des connaissances ancestrales judicieusement maintenues sont transmises de génération en génération.
- La lutte contre l'avancée du désert ne doit pas être considérée comme la seule composante prioritaire de la lutte contre la désertification.

2 – Conditions nécessaires pour élaborer et mettre en œuvre un programme de développement durable

L'aménagement des ces contrées nécessite un programme d'actions complexes visant la lutte contre le processus de dégradation des terres. L'augmentation des produits notamment, la mise en place d'une politique de développement intégrée adaptée à l'espace, à sa fragilité et à son potentiel naturel et humain est le point fort de la stratégie.

Dans cette phase stratégique, il convient de protéger et d'aménager en priorité les zones favorables, possédant encore des potentialités, en se basant sur les connaissances techniques et scientifiques. Les savoir-faire des populations sont intégrés dans une organisation où elles se sentent directement responsables avec le sentiment d'être les acteurs principaux de leur propre développement.

Les relations entre l'administration garante de la pérennité des ressources naturelles et les opérateurs doivent être codifiées dans un cahier de charge précis et rigoureux qui définit les conditions d'exploitation et les mesures appropriées pour conserver le patrimoine végétal et animal et assurer les équilibres des écosystèmes.

En fait, l'ensemble des actions à concevoir et à mettre en œuvre pour mener un développement durable et effectif dans les zones arides et semi arides soumises à la désertification doivent :

- intégrer la conservation et le développement d'une manière responsable et rationnelle,
- mener des activités d'amélioration des systèmes agricoles et pastoraux en intégrant les activités de recherche et d'expérimentation,
- reconnaître les espèces, locales et mettre en place un programme pour les préserver et les utiliser dans les programmes d'amélioration génétique.

3 – Démarche méthodologique

Effectuer une synthèse des études et des travaux réalisés dans la zone et dans les régions à écologie similaire, afin de tirer les enseignements pratiques.

Mettre au point des projets utilisant les méthodes d'aménagement et d'exploitation viables des points de vue économique et écologique.

Mettre à la disposition des utilisateurs des éléments nécessaires pour une mise en valeur rationnelle des terres et une utilisation économique de l'eau.

Pour que les projets de développement soient viables, il faut tenir compte de l'expérience passée ou en cours et adopter une démarche méthodologique adaptée.

Le diagnostic élaboré suppose l'intégration des méthodes qui sont spécifiques aux sciences du milieu et aux sciences sociales, de façon à ce que ces deux aspects constituent un tout harmonieux destiné à élaborer un programme réaliste.

Il est utile également de caractériser les invariants difficiles, voire impossibles au stade actuel des connaissances, afin de mettre en place un programme de recherche et d'expérimentation susceptibles de solutionner les paramètres en cause, afin de pouvoir les maîtriser.

4 – Objectifs de la stratégie de développement

L'objectif à moyen et long terme vise à réhabiliter l'équilibre des écosystèmes à travers si possible la remontée biologique progressive.

- Lutter contre la désertification sous toutes ses formes en intégrant les actions dans le cadre d'un développement durable et de conservation des ressources naturelles.
- Améliorer le bilan d'eau et augmenter l'efficacité des pluies.
- Mettre en place des modèles souples évolutifs et adaptables à la gestion des ressources naturelles.
- Augmenter les performances à travers l'amélioration génétique des cultivars locaux, la santé animale la composition de l'unité zootechnique et assurer une bonne conduite du troupeau en milieu steppique et présaharien.
- Veiller à amortir les mutations affectant les systèmes agricoles oasiens et ksouriens en vue de préserver les potentialités naturelles et de permettre la promotion des systèmes traditionnels au bénéfice des populations locales.
- Introduire de nouvelles technologies et les intégrer dans le cadre d'une organisation sociale cohérente.
- Mettre en place une stratégie de réhabilitation des zones dégradées et un plan d'action pour les faire produire.

5 – Ecosystèmes : contrôle et suivi de leurs composantes – Etudes, recherches, surveillance continue de la biodiversité

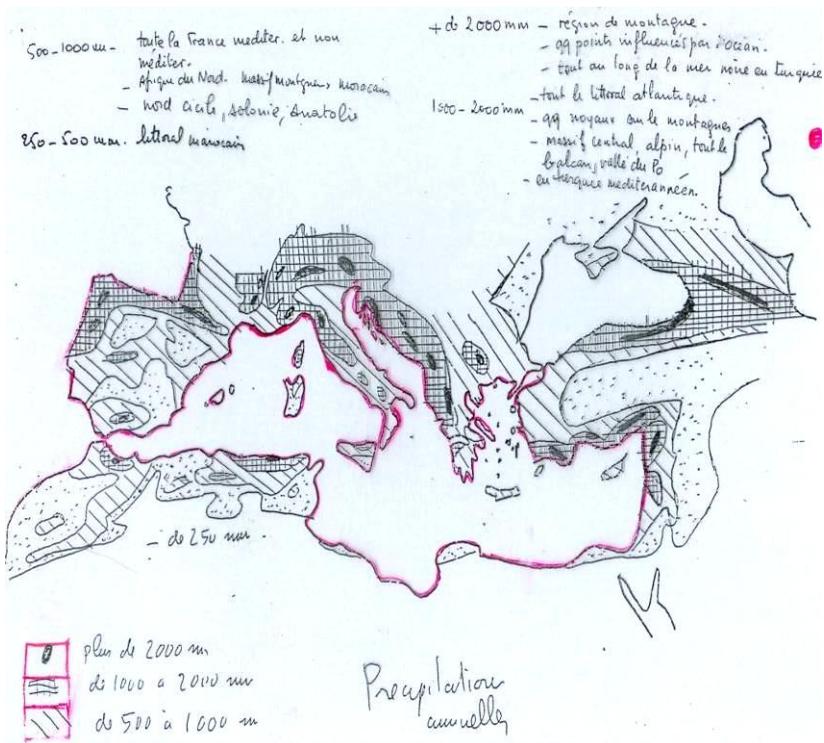
- Encourager la collaboration entre les secteurs et les institutions chargées des études et de la recherche.
- Constituer des équipes pluridisciplinaires.
- Former des équipes spécialisées pour étudier et prévenir l'érosion génétique et l'appauvrissement de la biodiversité.
- Associer les agriculteurs à la conservation *in situ* par des contrats de partenariat avec retombées financières découlant de cette participation.
- Sensibiliser les organisations non gouvernementales à tout programme de connaissance et de réhabilitation de la diversité biologique.

CONCLUSION GENERALE

- Maintenir les équilibres écologiques sans perturbation du fonctionnement des écosystèmes.
- Conserver la biodiversité dans toutes ses composantes.
- Utiliser les espaces, les espèces, les écosystèmes au bénéfice d'un développement durable.
- L'aménagement des ces contrées nécessite un programme d'actions complexes visant la lutte contre le processus de dégradation des terres.
- L'augmentation des produits notamment la mise en place d'une politique de développement intégrée adaptée à l'espace, à sa fragilité et à son potentiel naturel et humain constitue le point fort de la stratégie.
- Dans cette phase stratégique, il convient de protéger et d'aménager en priorité les zones favorables et possédant encore des potentialités en se basant sur les connaissances techniques et scientifiques. Le savoir-faire des populations est intégré dans une organisation où elles se sentent directement responsables avec le sentiment d'être les acteurs principaux de leur propre développement.

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

- Les relations entre l'administration garante de la pérennité des ressources naturelles et les éleveurs doivent être codifiées dans un cahier de charges précis et rigoureux qui définit les conditions d'exploitation et les mesures appropriées pour conserver le patrimoine végétal et animal et assurer les équilibres des écosystèmes.
- En fait, l'ensemble des actions à concevoir et à mettre en œuvre pour mener une politique globale d'aménagement du territoire bien définie dans le temps et dans l'espace en rapport avec la répartition des activités et des populations.



UN PLAN DIRECTEUR POUR UN DEVELOPPEMENT DURABLE DES REGIONS SAHARIENNES

Hannachi S. et Maane H.

CDARS Ouargla

Pourquoi un plan directeur pour la Sahara ?

Considérant que l'agriculture dans les régions sahariennes évolue dans un écosystème fragile et pouvant hypothéquer son avenir au regard des risques d'utilisations incontrôlées des ressources naturelles notamment sol, eau et patrimoine génétique, une stratégie de conservation, de protection et de développement devenait indispensable pour sauvegarder la biodiversité, préserver et faire évoluer les activités économiques et sociales, éviter les gaspillages et les manques à gagner de toutes natures, valoriser au mieux les potentialités des régions sahariennes.

Sauvegarde des potentialités



Salinité et remontée



Problème d'ensablement



Etat défectueux d'un drain



Déperissement du palmier



Gaspillage de l'eau



Structuration du PDGDRS

Le PDGDRS a été structuré en trois lots, définis contractuellement et dont la méthodologie a été mise au point dans le **rapport de premier établissement**. Ces lots sont :

LOT I : ETUDES DE BASE

Phase 1 : *Indicateurs de développement*

Phase 2 A : *Monographies spécialisées des ressources naturelles : sols, eau, autres ressources naturelles*

Phase 2 B : *Synthèse et croisement des connaissances*

Phase 3 : *Analyse institutionnelle*

Phase 4 : *Articulation des activités*

Phase 5 : *Analyse des contraintes : voies et moyens pour les lever*

LOT II : ESQUISSE D'UNE STRATEGIE DE DEVELOPPEMENT DES REGIONS SAHARIENNES

Phase 1 : *Analyse de l'économie régionale du Sahara*

Phase 2 : *Recherche d'options de développement agricole*

Phase 3 : *Mise en œuvre des options et faisabilité des Investissements*

LOT III : MISE EN ŒUVRE ET SYNTHÈSE

Rapport sur le programme, calendriers et conditions de mise en œuvre

Rapport de synthèse globale

PDGDRS Synthèse générale

1 - ETUDES DE BASE

- Connaissance du milieu
- Base de données et cartographie
- Modèles hydrogéologiques
- Modèle économique
- Synthèse des potentialités

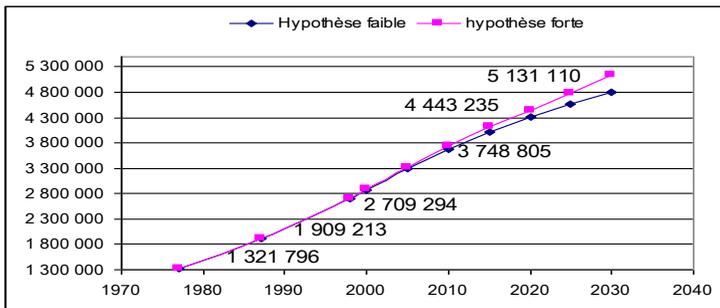
L'ESPACE SAHARIEN

9 WILAYATE principales
174 COMMUNES
14 RNS : recomposition complète du territoire



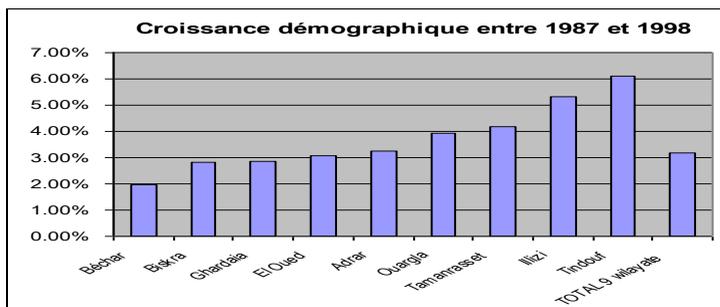
CREATION
BASE DE DONNEES
SAHARIENNES
par commune et RNS

LA DYNAMIQUE DEMOGRAPHIQUE

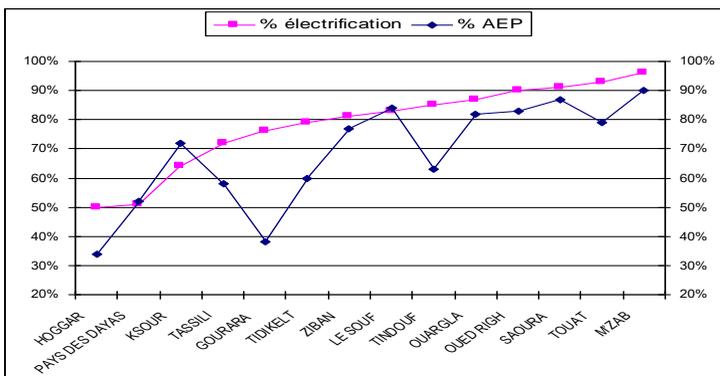


Calage sur projections FAO Algérie entière - 1995

DES DISPARITES DE CROISSANCE ENTRE REGIONS

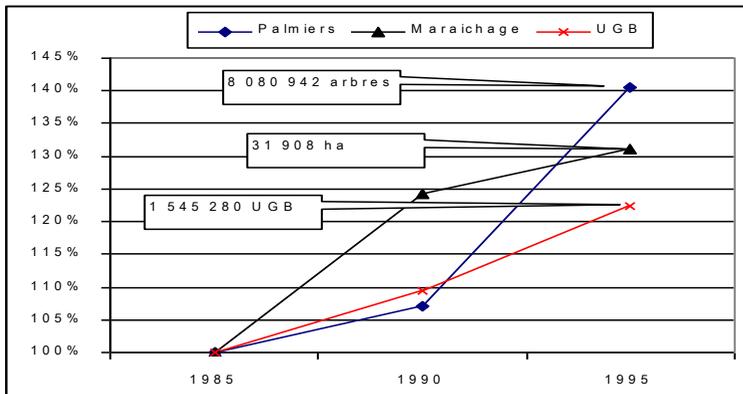


UN EQUIPEMENT DES MENAGES EN PROGRESSION

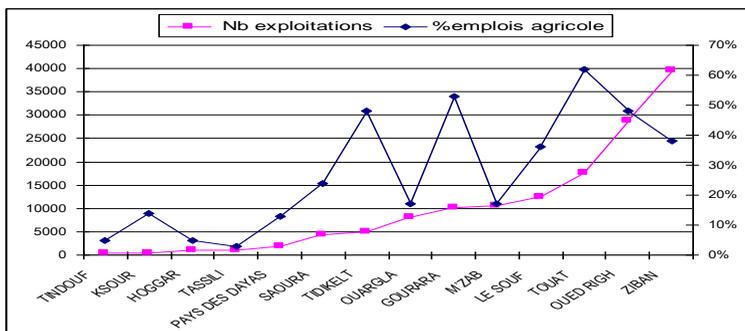


Idem, santé, scolarisation, services

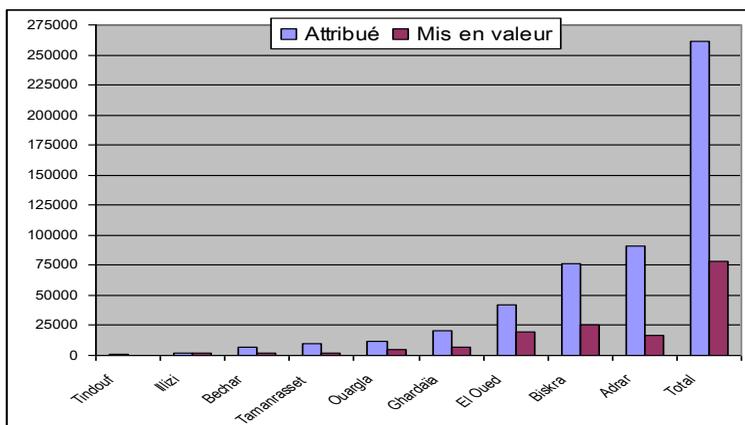
LA DYNAMIQUE AGRICOLE



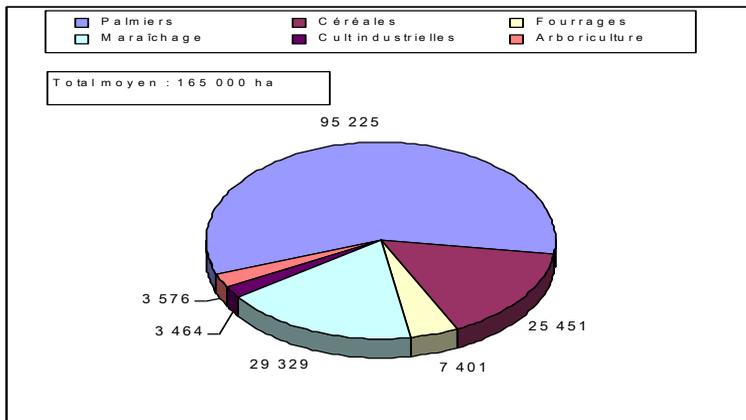
DES SITUATIONS AGRICOLES TRANCHEES



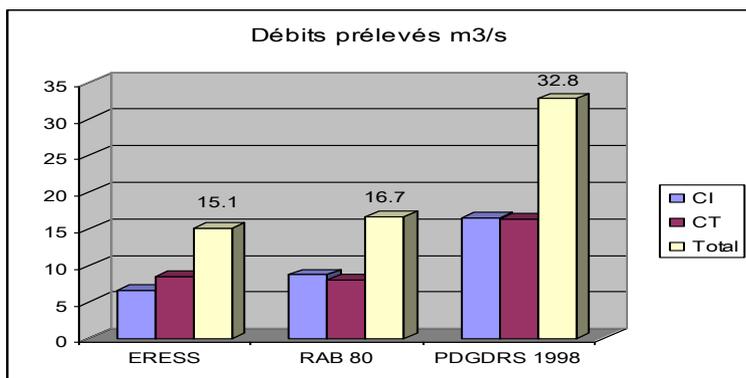
BILAN DE L'APFA (1997) : MITIGE MAIS REEL



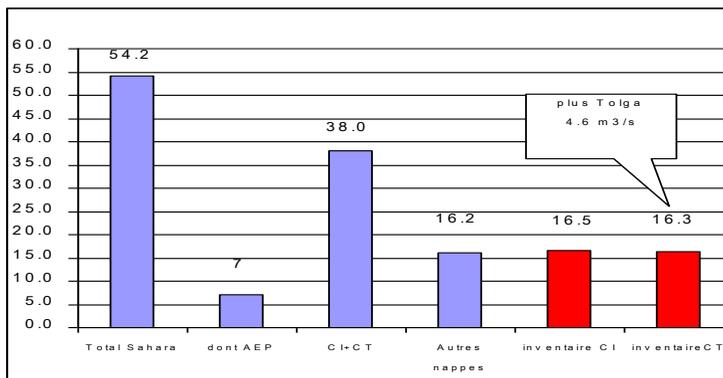
REPARTITION DES CULTURES EN 1995



ÉVOLUTION DES PRELEVEMENTS – ALGERIE



LA CONSOMMATION DES RESSOURCES EN EAU



RESSOURCES EN SOLS

- Une recherche originale par interprétation d'images satellite LANDSAT et SPOT
- Validation terrain sur 5 images
- Une bonne concordance terrain – interprétation



**ATLAS DES POTENTIALITES EN
 SOLS : 50 FEUILLES AU 1/200 000**
 images + interprétation
 +
 INTERPRÉTATION
 OCCUPATION DES SOLS

- Exclusion des zones inaptes
- Détourage de zones potentiellement aptes à prospecter sur le terrain
 - ✚ Sa1 : Surfaces pédologiques d'aspect hétérogène et grossier
 - ✚ Sa2 : Surfaces pédologiques d'aspect homogène et fin
 - ✚ Sa3 : Surfaces pédologiques d'apports éoliens et d'accumulations gypseuses fines
 - ✚ Sa4 : Dépôts alluviaux dans les oueds et épandages dans les zones en dépression

Sols potentiels

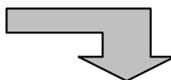
RNS	Classes de sols (ha)				Total
	Sa1	Sa2	Sa3	Sa4	
OUED RIGH		4 212	9 039		13 251
HOGGAR		6 652		29 688	36 339
ZIBAN				211 850	211 850
SAOURA	70 565	12 338		173 513	256 417
M'ZAB	100 047			206 472	306 519
OUARGLA		178 278	157 105		335 383
TIDIKELT	81 569	231 102	41 036	60 010	413 717
TASSILI	82 954	107 360	225 814	48 594	464 721
GOURARA	518 894	123 467	2 349	64 100	708 810
TOUAT	224 926	419 353	51 801	86 540	782 620
Total	1 078 955	1 082 762	487 144	880 768	3 529 628



PROSPECTIONS DE TERRAIN

AUTRES RESSOURCES NATURELLES

- Énergie solaire
- Énergie éolienne
- Énergie géothermique
- La biomasse



- Alimentation en eau potable des populations, du cheptel et de la petite hydraulique en situation isolée
- Électrification des villages isolés
- Alimentation en énergie électrique des relais de télécommunications ...
- Climatisation de l'habitat (chauffage en hiver)
- Distillation d'eaux saumâtres par chauffage solaire

RESSOURCES EN EAU

Ressources en eau de surface et nappes locales - synthèse des connaissances
 CI et CT : synthèse des données, acquisition de quelques données complémentaires, formulation de nouveaux modèles

Ressources en eau nappes locales

TOLGA : 146 Mm³/an (4.6 m³/s), 10 fois la recharge - évolution ?

BECHAR : 33 Mm³/an - précaire/conflits

TINDOUF : qq dizaine l/s potentiels

HOGGAR TASSILI : # 200-300 l/s potentiels en inféroflux. Idem sur socle



Ressources très faibles, à usage local,
limitation volontaire,
amélioration de connaissance

Ressources en eau superficielles

540 à 970 Mm³/an - 15.9 m³/s - 18 700 ha

Ouvrages traditionnels du M²Zab : 2 m³/s

Épandage de crues du piémont des Aurès : 8000 ha

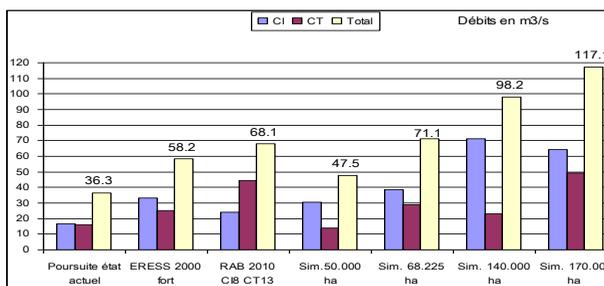
5 barrages : 140 Mm³ de régularisation annuelle

Collinaires de piémont : 15 Mm³

Ressources irrégulières
Envasement & évaporation intenses
Marge de progression faible



Cinq simulations hydrauliques



Croisement des connaissances

Gourara, Touat et Tidikelt	Grandes exploitations et de petite mise valeur hors palmeraie. Intérêt pour le développement touristique de sites tel Timimoun.
Ouargla(sud)	Grands périmètres dans le sud de le RNS à cheval sur le Tassili.
Tassili	Grande mise en valeur à confirmer. Préservation des ressources, préparation d'un développement touristique futur. Elevage camélin.
M ² Zab	Petite et grande mise en valeur et rénovation palmeraie. Mieux gérer l'eau autour de Ghardaia.
Ouargla	Petite mise en valeur dans les alentours de Ouargla de façon un peu excentrée. Plan de gestion de l'eau et équipements à Ouargla.
Ziban	Agriculture de ceinture verte. Amélioration de l'agriculture d'épandage de crues Renforcement activités non agricoles. Plan de gestion de l'eau à Biskra et environs. Mesures d'économie d'eau.
Oued Righ	Rénovation de la palmeraie
Souf	Rénovation de la palmeraie. Petite mise en valeur distante d'El Oued Plan de gestion de l'eau à El Oued et environs
Hoggar	Préservation des ressources, préparation d'un développement touristique futur. Elevage camélin
Saoura, Tindouf	Rénovation des palmeraies existantes. Petite mise en valeur pour l'alimentation locale Nécessité d'un schéma de gestion des eaux dans les villes grandes et moyennes (Béchar, Béni Abbès, Tindouf...) Développement de l'élevage camélin
Ksours, Pays des Dayas	Amélioration de l'agriculture d'épandage de crues

ANALYSE INSTITUTIONNELLE

Évaluation globale du dispositif institutionnel par fonctions et opérateurs :

Planification du développement, Attribution des terres et de l'eau, Aménagement et mise valeur, Recherche, Formation, Assistance et Conseils techniques/Vulgarisation, Encadrement institutionnel technicoéconomique, Crédit agricole, Banques et Assurances, Approvisionnement amont/aval, Commercialisation marchés locaux, régionaux, nationaux, extérieurs.

Trois (03) Recommandations majeures :

- ✓ Connaissance et gestion des ressources naturelles
- ✓ Planification et organisation des acteurs
- ✓ Appui et conseil aux producteurs

ARTICULATION DES ACTIVITES

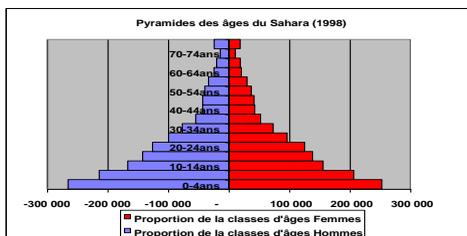
<i>SYNERGIES</i>	<i>CONCURRENCES</i>
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Intrants agricoles, énergie, services ✓ Produits agricoles et transformation ✓ Offre alimentaire ✓ Création d'emplois 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Compétition sur l'eau : AEP-Agriculture-Industrie-Tourisme ✓ Sur les sols : grandes villes, urbanisation sauvage, activités industrielles

CREATION D'EMPLOIS PAR UN PLAN DE 190 000 HA

EN 20 ANS

- ✓ 53 000-59 000 emplois directs
- ✓ 25 000-30 000 emplois indirects
- ✓ 4000 emplois/an
- ✓ 800 000 demandeurs d'emplois

Valeurs par excès



PDGDRS Synthèse générale

2 – ESQUISSE D'UNE STRATEGIE

- ✚ Analyse économique
- ✚ Modèle économique
- ✚ Recherche d'options de développement
- ✚ Interprétation croisée avec les modèles

Analyse de l'économie saharienne

Consommation et demande
Méséconomie-filières et échanges
Microéconomie des exploitations

Bilans alimentaires futurs
Choix de productions/sites
Modélisation des exploitations
Modélisation d'ensemble

Échanges et filières

Nécessité de mieux connaître les filières. Essentiel concernant le produit « datte »
Développement de la transformation et conditionnement local

Microéconomie

Enquêtes d'exploitations
Enquêtes élevage
Enquêtes de groupes

Fiches technico-économiques
Modèles d'exploitations futurs par taille, rentabilité, participation à l'alimentation, emplois

Modèles d'exploitation

- ✚ Trois tailles principales :
 - ✓ 250 ha grandes cultures, polyculture
 - ✓ 100 ha idem
 - ✓ 10-20 ha palmier, maraîchage, fruits
- ✚ Rentabilité des céréales difficile (35 qx/ha) :
- ✓ nécessité de la polyculture, mais systèmes très complexes, non généralisables
- ✓ possibilité semences, mais sans références
- ✚ Meilleures performances socio-économiques des petites exploitations
- ✚ Pas de rentabilité de l'élevage « moderne »

Rentabilité de la monoculture céréalière

Rentabilité de l'exploitation - prix garanti actuel 1900 DA/ql

rendement	Prix minimum pour un TRI de 5%
35 qx/ha	2 800 – 4 500 DA/ql
40 qx/ha	2 450 – 4 000 DA/ql
45 qx/ha	2 200 – 3 500 DA/ql
50 qx/ha	1 950 – 3 200 DA/ql

Recherche d'options de développement

Analyse des risques et actions à engager

	Maîtrise	Risque
Aménagement du territoire	forte	Faible
Institutions	forte	Faible
Politique agricole nationale	forte	Faible
Démographie saharienne	moyenne	Faible
Système productif agricole saharien	moyenne	Fort
Articulation des activités au Sahara	moyenne	Fort
Rythme de développement	faible	Fort
Marchés nationaux et internationaux	faible	Fort
Situation sociale et politique nationale	faible	Fort

Des orientations stratégiques ...

- ✓ Une priorité sans ambiguïté : une production locale pour une consommation locale
- ✓ Un monopole pour l'agriculture saharienne : le palmier dattier
- ✓ Une ambition risquée mais possible : l'émergence d'un pôle céréalier et agro-alimentaire.

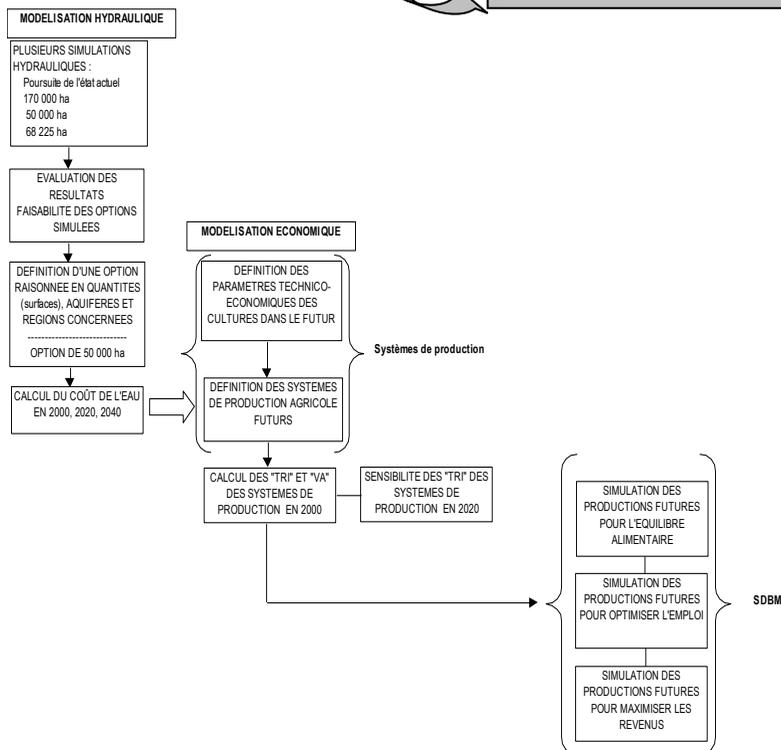
... Et des conditions indispensables

- ✓ La rentabilité : choix des producteurs,
- ✓ La « durabilité » de la ressource en eau
- ✓ La prise en charge des impacts

Simulations hydrauliques exploratoires

- ✚ Dimension du développement en ha ou plutôt en m³
- ✚ Choix des cultures et systèmes de production
- ✚ Choix des implantations géographiques
- ✚ Rythme de réalisation + 40 ans

**BAISSE DU NIVEAU DES NAPPES
COUT DE L'EAU ET TRI
IMPACTS ASSOCIES** (foggaras, artésianisme, nappes phréatiques ...)



PDGDRS Synthèse générale

3. MISE EN ŒUVRE ET SYNTHÈSE

- ✚ Performances des scénarios
- ✚ Impacts
- ✚ Calendriers et coûts de réalisation
- ✚ Recommandations stratégiques

Origine des scénarios testés

- ✓ 170 000 ha : plan envisagé à la CIM 1998 (taille et localisation)
- ✓ 68 225 ha : taille et localisation des périmètres en cours de réalisation
- ✓ 50 000 ha : proposition du BE
- ✓ 140 000 ha : alternative définie par CDARS
- ✓ Maximisation surfaces avec débits du scénario 170 000 ha

Évaluation des scénarios testés

Ne pas oublier que la poursuite de l'actuel engendre des baisses importantes

- ✓ CI : perte de 900 l/s sur foggaras - baisse de 20 à 60 m entre Ouargla et Oued Righ
- ✓ CT : baisse de 50-60 m entre Ouargla et Oued Righ. Impact fort en Tunisie

- ✚ 170 000 ha :
- ✓ Perte de 600 l/s sur foggaras
- ✓ Rabattements très importants sur les 2 aquifères
- ✓ Sur le CI : perte d'artésianisme à El Hadjira, baisse de 30 m à Adrar, 25 à Ghardaïa
- ✓ Sur le CT : très fortes baisses à Ouargla, Hassi Messaoud, BOD - 180 m
- ✓ Impact induit sur Oued Righ et Souf (CT) 20-80 m

NON ACCEPTABLE

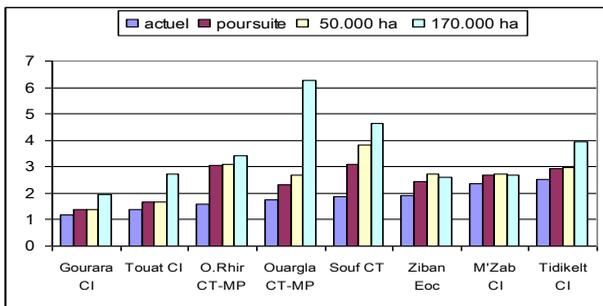
- ✚ 50 000 ha :
- ✓ Perte de 220 l/s sur foggaras
- ✓ Rabattements plus modestes sur les 2 aquifères
- ✓ Sur le CI : baisse de 15 m à Adrar, 29 m à Ghardaïa
- ✓ Sur le CT : effets restent importants
- ✓ Impact induit persistant sur Oued Righ et Souf (CT) 20-70 m

BASE POSSIBLE, non sans impacts

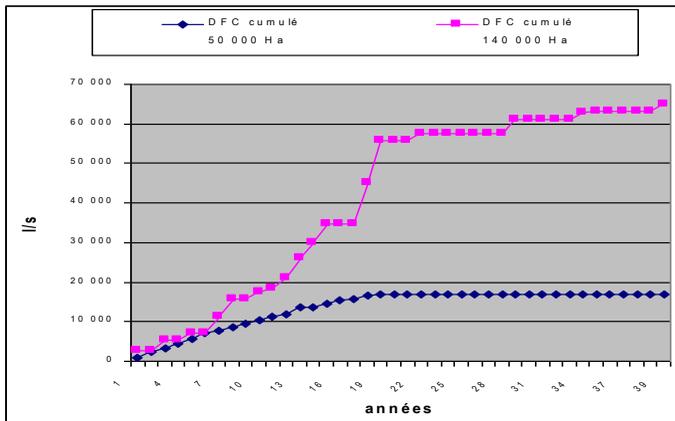
- ✚ 140 000 ha :
- ✓ Perte de 800 l/s sur foggaras
- ✓ Rabattements très importants sur les 2 aquifères
- ✓ Sur le CI : baisse de 15 m à Adrar, 34 m à Ghardaïa, 82 m BOD
- ✓ Sur le CT : effets restent importants 50 m Gassi Touil, 30 m Ouargla
- ✓ Impact induit persistant sur Oued Righ et Souf (CT)

EFFETS TRES PROCHES DU SCENARIO 170 000 ha

Évolution du coût de l'eau (DA/m³)



Rythmes de réalisation



Exploitation du modèle économique : cas 50 000 ha

- ✚ Coût de l'eau issu des modèles hydrauliques
- ✚ Implantation régionale de modules d'exploitation-impératif rentabilité exploitant
- ✚ 3 TRI
- ✚ Recherche sur 4 stratégies
 - ✓ Optimisation bilan alimentaire
 - ✓ Maximisation TRI
 - ✓ Maximisation VA
 - ✓ Maximisation emplois

Recommandations stratégiques

- ✚ POUR UN PREMIER PLAN DE 50 000 ha
- ✚ OBSERVATION DES EVOLUTIONS SUR 20 ANS
- ✚ UNE SECONDE TRANCHE, SELON RESULTATS
- ✚ PRISE EN COMPTE DES REDUCTIONS D'IMPACTS DANS LES COÛTS
- ✚ AMELIORATION DE LA CONNAISSANCE DES RESSOURCES EN EAU avec TUNISIE
- ✚ VERITABLE GESTION MULTIUSAGES DE L'EAU

Le PDGDRS doit conduire à un développement durable

- ✚ L'utilisation des ressources en eau doit être maîtrisée pour éviter à moyen ou à long terme des baisses drastiques du niveau piézométrique qui mettraient le prix de l'eau hors de portée de l'activité agricole.
- ✚ Le développement, même maîtrisé, aura des conséquences néfastes sur certaines régions : il faudra faire une évaluation d'impact détaillée et organiser la compensation de ces impacts.
- ✚ Le développement ne doit pas être réfléchi en les seuls termes d'extension des superficies agricoles, mais également en termes d'augmentation des volumes, de la diversité et de la qualité des produits de l'activité du secteur, grâce à l'amélioration de la productivité des facteurs de production, à l'augmentation du niveau des rendements et à la rentabilité des investissements.
- ✚ Le développement n'est pas seulement une affaire de capitaux, mais d'abord d'hommes. Les projections démographiques confirment si besoin en était, qu'il faudra privilégier une activité agricole de main d'œuvre. Cette caractéristique renforce absolument les options de maraîchage, d'horticulture, d'arboriculture, de production condimentaires, de semences, etc.
- ✚ Le choix des sites d'implantation de mise en valeur relève d'options de développement régional et non d'une volonté (de statistiques) uniquement locale.

“ PATINE DU DESERT ”

Schvoerer M.¹, Ney C.³, Ben Amara A.³ & Massué J.-P.²

Patrimoine Culturel et Risques Majeurs³
Art rupestre saharien et changement climatique⁴

Problématique



Expliquer les mécanismes de formation de la patine des grès



Re-créer la patine des grès



Compléter les données chronologiques associées à l'art rupestre et aux changements climatiques

Rechercher des indices liant les figurations au climat et à ses changements



¹ Université de Bordeaux 3 — CNRS. CRPAA - UMR 5060 - Institut de Recherche sur les Archéomatériaux.

² European Materials Forum. Vice-Président exécutif et Réseau FER – PACT. Commission européenne. DG Recherche - INCO – INTAS. Sciences et Patrimoine culturel.

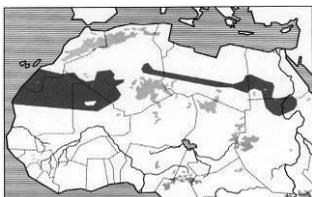
³ Programme de la Commission Européenne (DG Recherche/ INCO – INTAS. Réseau européen FER – PACT. Sciences et Patrimoine culturel) consacré à la Préservation et à la Valorisation du Patrimoine culturel. [6ème Programme cadre : 2004 – 2007].

⁴ Recréer la patine des grès du Sahara car ils sont porteurs de figurations qui rendent compte depuis 15000 ans de la capacité des sociétés anciennes à s'adapter aux changements climatiques.

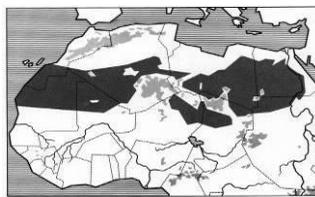
Gravure de Tegharart : Les vaches qui pleurent



Tassili Azjer
Région de Djanet



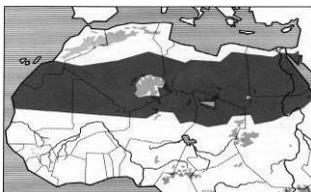
< 50 mm eau / an 6500 - 5000 av. J.C.



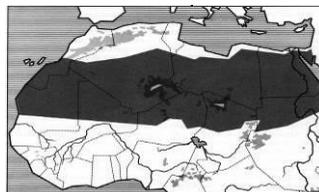
< 50 mm eau/an 5000 - 2000 av. J.C.

Progression du désert

< 50 mm eau / an début de notre ère



< 50 mm eau/an au XX^e siècle



D'après Hobler et Hester, 1969

Tassili Azjer - La Tadrart, Oued In Ezzan. Algérie



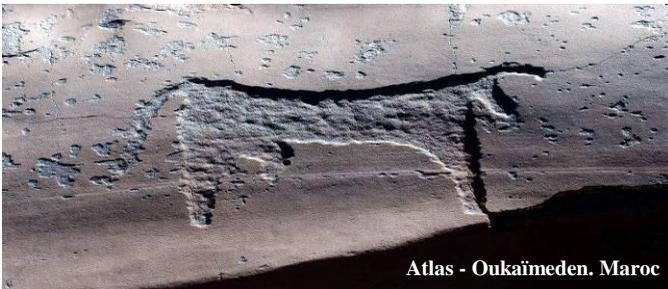
Gravure bubalienne



Gravure bovidienne



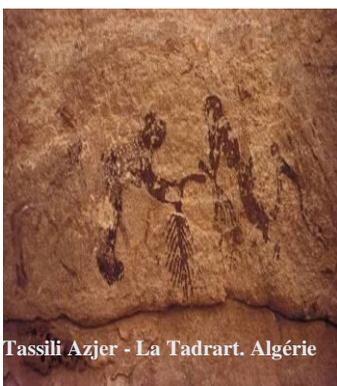
Atlas - Oukaïmeden, Maroc



Atlas - Oukaïmeden, Maroc



Atlas - Oukaïmeden, Maroc



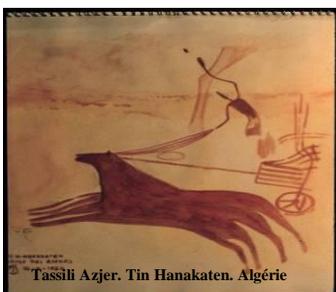
Tassili Azjer - La Tadrart, Algérie



Peinture caballine



**Tassili Azjer –
La Tadrart, Algérie**

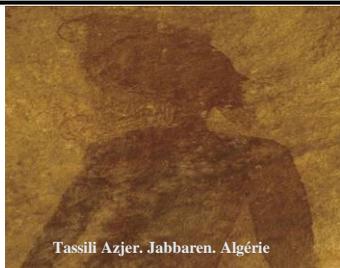


Tassili Azjer, Tin Hanakaten, Algérie



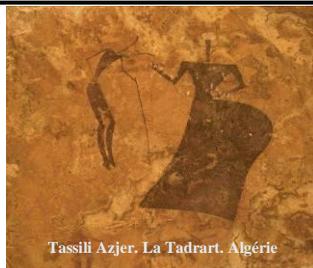
Tassili Azjer, La Tadrart, Algérie

Gravure bubaline.
Personnage portant un masque de crocodile



Tassili Azjer, Jabbaren, Algérie

Peinture bovidienne



Tassili Azjer, La Tadrart, Algérie

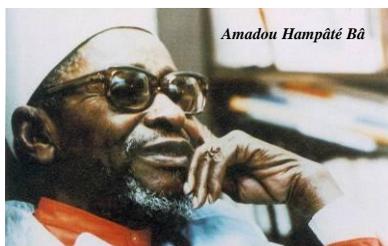
Peinture caballine

Atlas - Oukaïmeden. Maroc

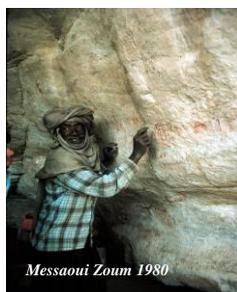




Atlas - Oukaïmeden. Maroc



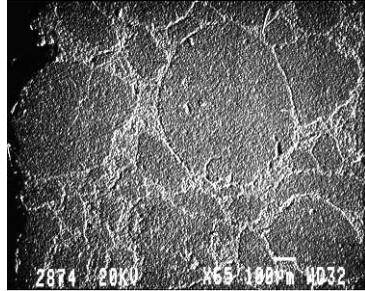
Amadou Hampâté Bâ



Messaoui Zoum 1980



Datation C¹⁴ - Tandéron. Université de Bern

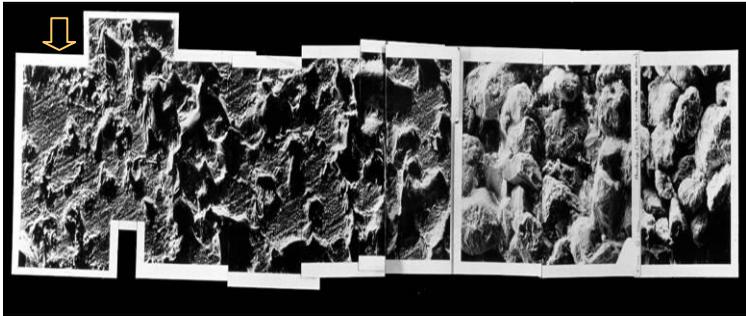


Microscopie Électronique à Balayage - Grès tassilien

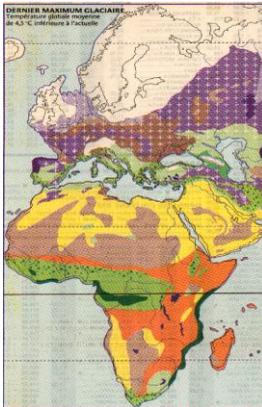
Patine

Électronique à Balayage - Grès tassilien

Densification de la zone patinée : *Zone observée* = 2 mm



Il y a 18 000

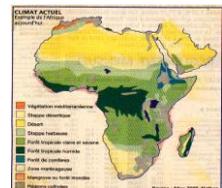


Il y a 8 000 ans



Commission de la
carte géologique du monde
Académie des Sciences
Nicole Petit Maire, 1999

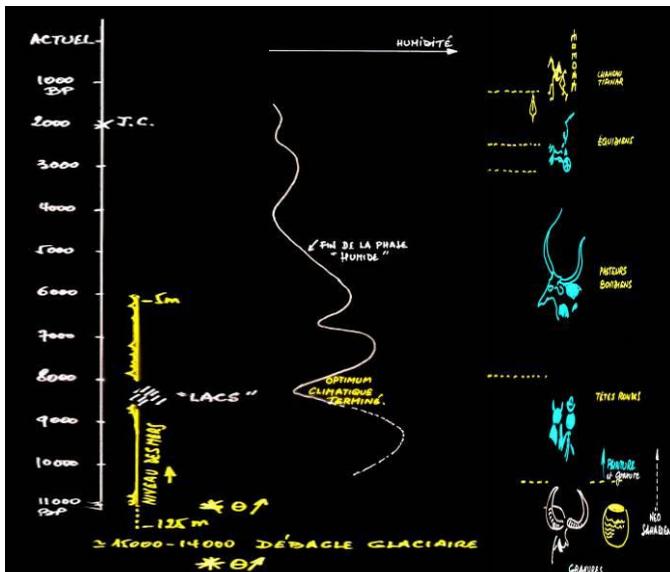
Aujourd'hui



Atlas 2000. Nathan



Essai de corrélation "Climat - Art rupestre"



D'après Flammarion (XIX^e siècle ?)

STRATEGIES PAYSANNES DE LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION EN MILIEU SAHARIEN

Fayçal Ababsa Smati

Agronome, INRAA/UERS, Ouargla

Résumé

Pour lutter efficacement contre le processus de dégradation de leur espace vital, les sahariens accumulent les observations en des savoirs très souvent inaccessibles à la rigidité d'un certain académisme, plus protocolaire que réellement savant, autant qu'à l'indifférence des centres de pouvoirs et de décisions.

C'est à partir d'observations systématiques que l'on a pu déterminer les causes de ces processus de désertification continue et parfois irréversible des écoumènes sahariens, que l'on peut tout juste énumérer, sans prise réelle sur leurs graves nuisances.

1. Les causes naturelles, mesurées par un gradient d'aridité, sont principalement d'ordres bioclimatique et géophysique : températures extrêmes, amplitudes thermiques, insolation intense, pauvreté des sols, pénurie de ressources hydriques, rareté du couvert végétal, érosion éolienne, ensablement,... Les sahariens donnent la mesure de leur ingéniosité pour lutter contre la sévérité des différents éléments.

2. Les causes anthropiques, évaluées à partir d'un certain nombre d'indicateurs, relèvent essentiellement :

a) des facteurs sociaux, inhérents au développement naturel des communautés sahariennes dans leur espace vital ;

b) des facteurs économiques, qui se déclinent en termes de taux de couverture alimentaire humaine et animale, ainsi qu'en toute activité liée à la satisfaction des besoins de la communauté, en produits agricoles, en marchandises échangeables et autres nécessités matérielles ;

c) de facteurs écologiques découlant eux-mêmes de l'exploitation intensive par l'homme de cet espace fragile, combinée à la sévérité des conditions naturelles et à certaines politiques publiques, pour le moins inappropriées...

3. Les politiques de développement agraire appliquées à l'agriculture saharienne ne semblent tenir aucun compte du phénomène de désertification, pas plus que de la durabilité de l'écosystème dans ce qu'elles entreprennent comme interventions pour le libérer de ses principales contraintes. Elles ne paraissent s'inscrire dans aucun cadre logique lisible, compréhensible, accessible aux différents acteurs locaux. Dénuées de tout fondement théorique, elles puisent leurs références ailleurs que dans la réalité du terrain. Elles ne font pas grand cas de la situation (contraintes et atouts) des oasis, ni des objectifs qui déterminent leurs stratégies pour survivre en milieu hostile.

4. Pour conclure, il semblerait que la solution à cet épineux problème ne peut résider que dans **la reproduction améliorée du système oasien** étant donné d'une part, que toutes les composantes de l'agrosystème oasien sont produites sur place et d'autre part, la faillite des politiques agraires conduites durant ces deux dernières décennies, tendant à imposer des systèmes non adaptés de type monocultural (céréaliculture) ou monovariétal (Deglet Nour).

Mots clés : Agrosystème oasien, Biodiversité, Désertisation, Durabilité, Gradient d'aridité, Développement régional, Système monocultural, Système monovariétal.

La désertification au Sahara est un phénomène qu'exprime un gradient d'aridité croissante orientée du nord vers le sud et concerne plus spécifiquement les centres de vie et d'activité (les écoumènes) que les grands espaces désertiques type *Tanezrouft*, *Eglaab*, *Tinrihert*, grands *Ergs* et *Regs* inhospitaliers.

Pour lutter efficacement contre le processus de dégradation de leur espace vital, les sahariens accumulent les observations en des savoirs très souvent inaccessibles aux sciences académiques officielles et aux centres de conception, d'élaboration et d'exécution unilatérales des politiques de développement.

Il faudra bien, un jour, en décoder la signification en recourant au sacré, à la symbolique, aux discours de l'oralité, à la sagesse populaire et aux simples nécessités de la vie qui enveloppent les systèmes de pratiques, les expriment et les ensèrent à la fois dans des mailles de sens et de connaissances qui échappent totalement à nos programmes publics d'enseignement, de recherche et de développement. Des observations systématiquement collationnées finissent par constituer de véritables corpus de savoirs qui, mis en application à l'épreuve de la réalité, accumulés puis transférés selon une chaîne de transmission continue, leur permettent d'identifier les principales causes de la dégradation de leur milieu et les moyens d'y faire face.

Ces causes peuvent être classées en deux catégories au moins :

- celles, bioclimatiques et géophysiques, qui relèvent du fonctionnement « normal » des écosystèmes naturels et des grands changements climatiques,
- celles qui ont pour origine l'action de l'homme en quête de subsistances et d'espace vital, autant par nécessité de survie, que par besoin de bien-être.

1 – Les causes naturelles ne laissent aucune marge de manœuvre aux communautés sahariennes qui les subissent stoïquement, avec comme seul moyen de défense leur ingéniosité, pour en limiter la forte contraignance : insolation intense, températures extrêmes, amplitudes thermiques, très forte ETP, précipitations irrégulières très faibles à inexistantes, pénurie de la ressource hydrique, pauvreté des sols, rareté du couvert végétal, érosion éolienne, ensablement, isolement, etc.

Cette ingéniosité s'exprime de différentes manières :

- ✚ choix de sites naturels protégés : *Daya, Grara, Mekmène, Djelf, Oued, Haouz*, etc., (jusque y compris dans les grands *Ergs*, les *Chebka* et les reliefs montagneux du désert) ;
- ✚ choix de modes d'aménagement des centres de vie à fonctions de protections multiples : contraintes climatiques, potentialités hydriques, possibilités de production de biens alimentaires et d'échanges diversifiés, bonne capacité de charge, moindre risque d'insécurité, proximité des grandes voies de passage, de commerce, de communications, ...
- ✚ choix d'activités viabilisantes, structurantes, socialisantes, ou à tout le moins ne favorisant pas la dégradation de l'écosystème : agricultures pérennes et vivrières incluant les petits élevages oasiens domestiques, l'agropastoralisme et le pastoralisme extensifs, artisanats divers et commerces multiples, manifestations culturelles et culturelles, ...

Y aurait-t-il meilleure et assez pertinente définition, expression plus significative et aussi convaincante de la durabilité ? En attendant que les progrès de l'homme dans la technoscience débouchent sur des solutions moins empiriques et moins aléatoires, la meilleure des stratégies possibles aujourd'hui pour lutter contre la désertification au Sahara reste encore la création d'oasis, avec la consolidation, la réhabilitation et le développement soutenable de celles qui existent déjà.

En l'état actuel des choses, **le développement du modèle oasien devient une nécessité** et non une simple hypothèse d'école, ou un retour à on ne sait quelle illusoire pureté originelle.

2 – Les causes anthropiques ne naissent pas de la volonté délibérée des sahariens de dégrader, consciemment ou inconsciemment leur milieu.

On ne détruit pas, comme ça, par plaisir, par caprice ou par ennui, la matrice de sa propre vie et son support quasi exclusif. Les hypothèses théoriques qui vont dans ce sens ne peuvent être qu'infécondes, stériles, voire tendancieuses.

C'est donc par nécessité et pour des raisons objectives, sociales, économiques et écologiques, que certaines des décisions de l'homme, exprimées par des actions déterminées et déterminantes dans ces espaces fragiles, peuvent revêtir un caractère plus ou moins nuisible.

a) - Les facteurs sociaux sont inhérents au développement naturel des communautés sahariennes dans leur espace vital : la croissance démographique, l'extension urbanistique, les modèles d'architecture et d'aménagement de l'habitat inadaptés, le chômage, l'exode économique et géographique, etc., sont quelques uns des éléments qui finissent par dégrader le milieu et en favoriser la désertisation.

Traditionnellement, la capacité de charge (*carrying capacity*) de l'Oasis était dûment respectée.

Elle était appréciée, estimée, mesurée par les oasisiens eux-mêmes, à partir de la disponibilité de la ressource hydrique, du rétrécissement du foncier urbain et agricole, de l'exiguïté des jardins fractionnés par les héritages à la suite d'innombrables successions sur une même propriété, de la diminution des subsistances, de l'accroissement naturel de la population et de la pauvreté en général, de la force de travail qui ne trouve plus à s'employer dans le site conventionnel, de la manifestation des premiers signes de la promiscuité et de l'intensité des nuisances, de la dimension de plus en plus réduite des *ksour* et des limites d'aménagement *intra muros*.

Cela les conduisait à viabiliser des sites de proximité pour atténuer la pression sur leur propre centre de vie. Ainsi naissaient les Oasis satellites, socialement, économiquement, techniquement et géographiquement liées aux Oasis-mères, en reproduisant, souvent après de notables améliorations, les éléments essentiels du système, les interrelations fécondes, les interactions positives et les finalités bénéfiques au plus grand nombre.

b) - Les facteurs économiques, si tant est qu'on puisse les dissocier des autres facteurs, se déclinent en termes de taux de couverture alimentaire humaine et animale, qui peut toujours (ou ne peut plus) satisfaire, à un certain moment, les besoins de la communauté, particulièrement en produits agricoles de base et en marchandises échangeables.

L'activité agricole est fortement déterminée par les ressources hydriques que l'on s'ingénie à utiliser raisonnablement, pour ne pas dire rationnellement et avec autant de parcimonie que d'efficacité.

C'est au caractère limitant de cette ressource vitale au Sahara que l'on doit les techniques de mobilisation de l'eau, de sa répartition, de sa gestion sociale intégrée, de ses modes et techniques d'irrigation les plus efficaces : *Foggara, Magen, Macht, Seguia, Sedd, Khettara, Shaduf, Agroum, Na'oura (noria), Gherguez, Aroudid, Hassi, Ghout, Houd, Beurda, ...*

Les autres indicateurs économiques qui permettent aux communautés sahariennes de faire face à la dégradation de leur milieu relèvent de la nature et de l'importance des surplus physiques et des flux financiers produits par, ou issus de leurs activités.

✓ C'est la part de ces surplus que l'on consacre à la mobilisation de nouvelles ressources hydriques, à l'amélioration des débits utilisés et à l'exploitation de nouvelles terres agricoles.

✓ C'est l'emploi nouveau que l'on peut créer après avoir consolidé les gisements anciens.

✓ C'est le nombre d'oasis satellites, avec leurs *ksour* et leurs jardins, que l'on crée autour de l'oasis-mère pour lui permettre de survivre.

✓ C'est la capacité de faire face à toutes les obligations de la communauté pour qu'il lui soit permis de survivre, de produire, de se reproduire et éventuellement de bien vivre.

Nous sommes là dans le domaine de la stratégie du développement durable.

Les chiffres relèvent plus des programmes publics et des « gros » investisseurs privés que des actions quotidiennes, ou à termes, des populations civiles locales. C'est une sorte de planification par l'acte quotidien et non une projection théorique « prospective » à long terme, déterminée par les profits les plus élevés, dans les délais les plus courts, au profit de quelque minorité de privilégiés ou de quelques circonscriptions électorales alliées.

c) - Les facteurs écologiques découlent également de l'exploitation intensive par l'homme de cet espace fragile, combinée à la sévérité des conditions naturelles et à certaines politiques publiques fort peu avisées.

Pour faire face à la dégradation de l'écosystème travaillé (cultivé), les oasisiens le revivifient notamment :

✓ en amendant organiquement les sols,

✓ en concevant des systèmes d'assolement / rotation adaptés,

✓ en luttant biologiquement contre les maladies, les parasites, les ravageurs et les prédateurs,

✓ en procédant à des irrigations raisonnées répondant juste aux besoins de la plante et parfois lessivantes pour équilibrer le régime hydrosalin,

- ✓ en mettant en place des réseaux d'assainissement (*khandèg, Masrèf, ...*) pour le drainage des eaux chargées dues aux irrigations ou aux remontées de la nappe (*Nèzz*),
- ✓ en protégeant par des brise-vent vifs (arbres et arbustes forestiers locaux) et morts (*Tabia, Afreg, Settour, Zrab*) disposés judicieusement et avec un savoir-faire éprouvé autour de leurs cultures, contre des tempêtes de sable aussi violentes que destructrices,
- ✓ en protégeant par des ombrières bricolées sur place, certaines cultures exposées à un intense ensoleillement, à des périodes donnés de la campagne agricole.

La diversité des espèces végétales et des variétés de cultures qu'ils mettent en place est une forme de lutte systématique contre l'érosion génétique et donc de sauvegarde de la biodiversité.

C'est également une stratégie redoutable dans son efficacité pour la lutte contre les risques phytopathologiques, les problèmes édaphiques, le désœuvrement de la main d'œuvre jeune et moins jeune, l'irrégularité des revenus agricoles, les contraintes et les aléas du marché des produits agricoles et enfin contre les dangers de la dépendance extérieure sous toutes ses formes et les externalités négatives de toutes sortes.

A titre d'exemple les scientifiques algériens ont déjà identifié (1983/1998), en première estimation, un millier de cultivars de dattiers, à travers toutes les oasis algériennes, alors que le grand public et les marchés telliens n'en connaissent, tout ou plus et au mieux, que deux ou trois variétés commercialisées ailleurs qu'aux niveaux local et régional.

L'administration centrale chargée de l'agriculture classe l'ensemble des cultivars dans la catégorie des variétés communes, après avoir fait ressortir la Deglet Nour et la Ghars, parfois la Degla Beidha, comme seuls produits dignes d'être dénommés et dénombrés par leurs appellations d'origine, comme si la phoeniculture se limitait uniquement au Bas Sahara et exclusivement aux terroirs de ces variétés de qualité et de renom. Aucune stratégie de sauvegarde de la biodiversité ne peut se passer d'un travail scientifique et technique de différenciation à des fins de compréhension, de connaissance et, partant, d'intervention pour améliorer et développer ce qui doit l'être. C'est comme si on pouvait mettre en œuvre une politique agraire sans fondements théoriques.

3 – Le type de démarche volontariste adopté dans les politiques de développement appliquées à l'agriculture saharienne depuis toujours, emprunte parfois les pistes du n'importe quoi, à n'importe quel prix. - Cela commence d'abord par de simples attributions administratives d'assiettes foncières et de quelques forages à l'albien (terres et eaux publiques). Puis des fiches techniques calibrées, ciblées, personnalisées, se mettent en route pour désenclaver, viabiliser, électrifier, équiper, épouger l'endettement, ... d'exploitations pourtant provisoires, éphémères, parce que conçues comme des bases pétrolières avec, bien sûr, la rentabilité en moins.

- Ensuite des subventions viennent soutenir déficits, aléas climatiques, gestion et management approximatifs, soutien des produits et péruquations de tous genres.

- Enfin d'autres perfusions financières surviennent pour compenser on ne sait quel incommensurable sacrifice consenti à l'aridité, récompenser on ne sait quel génial esprit pionnier de colonisation agraire, remercier on ne sait quel effort méritoire dans le respect de l'environnement écologique.

La conduite même des activités en milieu saharien, agricoles ou autres, du fait de la rareté des ressources et sous la contrainte des conditions d'aridité extrêmes, obéit à une philosophie qui fait de la nature un partenaire et un allié à préserver et à protéger, plutôt qu'un adversaire ou un ennemi à combattre, à surexploiter, à faire suer, à détruire.

C'est malheureusement dans le sens inverse que s'orientent les politiques agraires nationales durant ces deux dernières décennies. Elles se développent dans un cadre logique global qui banalise l'espace saharien, l'intègre dans une politique économique nationale dévoyée par l'illusion financière, fourvoyée dans un volontarisme juridique et réglementaire, décalé, excessif, anomique, obsédée par le mythe de l'indépendance alimentaire (céréalière en particulier), qui la conduisent à appliquer à l'agriculture saharienne les mêmes recettes qu'elle pratique pour toutes les activités économiques et sociales telliennes. Conçues centralement, sans aucun fondement théorique, sans référence

sérieuse aux réalités du terrain, elles montrent leurs limites localement et indiquent combien le décalage est incommensurable entre les acteurs d'en haut et ceux d'ailleurs. Elles à la fois virtuelles et intemporelles, puisqu'elles sont coupées aussi bien des théories scientifiques que des techniques et des systèmes de pratiques adoptés par les acteurs, sur les différents champs et terrains opérationnels.

✚ Ainsi cherche t-on à résoudre, par exemple, le problème du chômage chronique de la jeunesse, dû à la fois à une croissance démographique non maîtrisée, à la faillite du système éducatif algérien, à l'absence ou à l'insuffisance des gros investissements productifs dans les secteurs d'avenir, par la création de périmètres « jeunes » au Sahara, où ils sont casés, classés et reclassés sans autre forme d'encadrement qu'administratif et financier (et encore !).

✚ Ainsi, pense t-on passer outre la prise en compte d'avantages comparatifs plus qu'avérés, aussi réels que le produit « dattes » par exemple, ou encore certains produits des terroirs oasiens, naturels ou obtenus selon le mode biologique, ou enfin quelques primeurs d'excellente réputation : productions vivrières, fruitières, condimentaires ou industrielles.

Même lorsque les intentions sont généreusement bonnes et que l'on cherche sincèrement à bien faire, c'est, paradoxalement, l'effet inverse qui est obtenu.

✚ Ainsi le soutien aux nouvelles plantations de palmiers dattiers (entre 3 et 4 millions de *Deglet Nour* sur plus de 6 millions du même cultivar en rapport) ont été mis en place ces dernières années grâce à des subventions plus élevées pour une variété, beaucoup plus que pour les autres. Résultat : aux multiples risques que fait courir le système monoculturel, viennent s'ajouter les innombrables dangers de l'option monovariétale (pathologiques, économiques et commerciaux).

✚ Plus graves sont les options de la céréaliculture sous centres pivots, sur de très grandes exploitations agricoles (entreprises ?) qui doivent leur survie, non à une rentabilité économique et financière de haute performance (pas même de bonne tenue), mais à des aides publiques sur concours définitifs pour les gros investissements de départ, aux subsides des lignes de crédits en devises de la coopération bilatérale et à l'effacement répété de la dette contractée auprès des administrations bancaires.

✚ Encore que si dans ces aventures développementistes, il ne s'agissait que de pertes de capitaux, on s'en serait tenu quitte avec l'argument du risque économique inhérent à tout investissement, dans n'importe quelle activité, en un lieu quelconque.

✓ Mais il s'agit de plus dramatique qu'une simple faillite financière avérée d'un système de production inadapté, puisque l'on compte une double décennie de gaspillage d'une ressource hydrique, rare, chère et non renouvelable ; et cela perdue !

✓ Il est question d'une abiotisation des sols cultivés, salinisés, dévitalisés, puis abandonnés, qui retourne à un désert désertisé.

✓ C'est enfin, un plus que moins, un détournement anormal d'opportunités et de facteurs de productions essentiels, un manque à gagner injustifiable, inqualifiable, intolérable pour les paysans sahariens, fragilisés dans leur lutte pour la viabilisation de cet espace hyper aride.

Pendant ce temps des illusions, de rêves dispendieux et de projets californiens factices, les oasiens attendent une minuscule petite attention des pouvoirs publics et des centres de décisions économiques, certainement beaucoup moins onéreuse, pour honorer le contrat qui les lie à leurs terroirs nourriciers, afin de consolider leurs systèmes de production, réhabiliter ce qui doit l'être, et développer ce qui peut l'être.

Le développement de ces « pays » est tributaire de celui des régions où ils se situent. Et tout en visant l'autonomisation, c'est-à-dire une certaine viabilité économique, écologique et sociale, il doit insister sur leurs interrelations naturelles, fonctionnelles et les territorialiser en tant qu'entités spécifiques, à partir des interactions positives qui en découlent, afin de valoriser au mieux et dans l'intérêt du plus grand nombre, le maximum de leurs potentialités et de leurs atouts.

De ce point de vue, la régionalisation n'est qu'un concept opératoire désignant un processus complexe dans lequel la géographie physique, la bioclimatologie, l'histoire humaine et celle des communautés locales, les pratiques culturelles et culturelles, les

activités économiques et sociales, l'aménagement du territoire, l'urbanisation, etc., sont des dimensions incontournables.

4 - Pour conclure, la solution à cet épineux problème ne semble résider nulle part ailleurs que dans la **reproduction améliorée du système oasien**.

Il est à rappeler que toutes les composantes de l'agrosystème oasien sont produites sur place, à portée de main des sahariens. C'est donc pour eux, une autre façon de faire face aux facteurs exogènes qui risquent de détruire leur écosystème. En se mettant à l'abri de l'importation des facteurs et moyens de production nécessaires à la conduite de leurs activités agricoles, ils développent une stratégie sécuritaire dans tous les aspects et les dimensions de ce phénomène contemporain : alimentaire, économique, technique, technologique (surtout avec la propagation des OGM et des agents pollueurs d'origine chimique ou adventice).

Ce sont les matériaux locaux qui déterminent les techniques de lutte multiforme : les espèces végétales endémiques (la flore en général) pour la protection éolienne et la diversification des cultures, la création de steppes diffuses de proximité pour les élevages oasiens, la production étalée dans le temps de produits vivriers, la conservation *in situ* de la diversité biologique, etc.

Les sous produits des cultures et les plantes adventices permettent de faire face aux divers besoins domestiques et facilitent les pratiques de certains travaux agricoles : étanchéification des *seguias*, suspensions et attaches de toutes sortes, récipients et matériaux divers, amendements organiques, compléments fourragers, palissades, tuteurage, retenues diverses, etc.

Il est peut être grand temps que les professionnels de la technoscience, les fonctionnaires publics à tous les niveaux, chercheurs, enseignants, ingénieurs, développeurs, orientent leurs réflexions, leurs recherches, leurs formations, leurs travaux et leurs études dans le sens de l'aide et de l'appui aux acteurs oasiens. Qu'ils examinent plus sérieusement ce que ces acteurs de base engagent comme actes concrets de lutte pour leur survie dans le désert, ce qu'ils adoptent comme stratégies pour entreprendre des actions destinées à réduire la pauvreté de leur état et la désertisation de leur espace vital.

Que l'on commence par inscrire dans les programmes d'éducation nationale, de formation professionnelle, d'enseignement supérieur et de recherche scientifique, et prioritairement, la récupération des savoirs vernaculaires, traditionnels, anciens et actuels, en vue de leur validation théorique et de leur diffusion pratique généralisées, dans une perspective à la fois cognitive et utilitaire.

C'est la condition *sine qua non* pour la reproduction améliorée du système oasien dans le cadre d'une stratégie efficace de lutte contre la désertification et pour un développement durable, dans ces espaces extrêmement difficiles à vivre.

"Nous ne connaissons tout à fait, que ce que nous savons reproduire" (C. Bernard).

L'observation méthodique est la clé de cette démarche.

Thème I

L'écosystème steppique et sa protection

Thème N° I : L'écosystème steppique et sa protection

Communications	Auteurs	Page
Contribution à l'étude floristique et écologique des forêts de l'étage bioclimatique semi aride algérien, menacées de disparition	Kadik-Achoubi L.	101
Pédodiversité et désertification : Cas de Oglet ed Daira	Gaouar A.	123
Les ressources floristiques spontanées de l'environnement oasien. Une biodiversité à préserver.	Chehma A., Djebbar M.R.	125
Contribution à l'étude de l'image satellitaire à l'inventaire cartographique et phytoécologique d'une zone présaharienne du sud constantinois.	Hirche A., Boughani A. et Adi N.	139
Cartographie des unités paysagères de la région de Méchria (1978)	Khoudir S., Traoré Y., Salamani M.	141
Les qualités pastorales de l'armoise blanche (<i>Artemisia herba alba Asso</i>) des hautes plaines du sud oranais (Algérie occidentale).	Ayad N., Hellal B., Maatoug M. et Bendjafar B.	143
Analyse rétrospective des projets de protection et de réintroduction du cyprès du Tassili dans son aire naturelle.	Abdoun F.	145
Les techniques de multiplication de l'acacia dans les régions arides.	Benarar D., Abdellaoui M. S., Oudjiane A.	153
Pourquoi doit-on protéger l'arganier (<i>Argania spinosa L. Skeel</i>) ?	Kaid-Harche M., Abouzeid-Zerhouni S., Cherief H., Salah I., Errouane Kh., Fortas Z.	155
Contribution à l'inventaire de la biodiversité des eaux continentales des zones arides et semi arides.	Samraoui B. et Samraoui F.	159
Variabilité de caractères morphologiques et adaptatifs à une échelle restreinte chez l'alfa (<i>Stipa tenacissima L.</i>).	Boudjada S., Harfouche A. et Chettah W.	161
L'état de la désertification en Algérie.	Salamani M. et Hirche A.	169
L'outil spatial dans le suivi de la désertification : Évaluation par ALSAT-1 des actions de lutte menées par le HCDS dans le cadre de la préservation et du développement des espaces steppiques.	Hassani A.	177
Principaux procédés de lutte contre les phénomènes d'ensablement en Algérie.	Makhlouf L., Tolba K. et Belabiod D.	179
Cadre climatique et dynamique des vents de sable dans la région de Ain Oussera.	N. Messen, H. Brague, C. Zaidi, Z. Bouzenbough	187
Utilisation de la télédétection dans la cartographie et le suivi de de l'ensablement : «Cas de la région de M'Doukel Algérie»	Mostefaoui T., Dif A., Chellouai L., et Bennessaoud H.	193
Comment peut-on lutter contre la désertification ?	Djabeur A., Kaid-Harche M.	203
Le développement durable, une réponse à la désertification de la Steppe.	Halem M.	205
Etude phyto-écologique et valeur pastorale des parcours de la région de Messaad (W. de Djelfa).	Chebouti A., Maamri F., Brouiri L., Bekai F., Rahmani D.	207
La régénération dans la steppe du Sud oranais en Algérie occidentale.	Benchaben H., Ayad N., Maatoug M., Bendjafar B.	211
Variation temporelle de la valeur nutritive des principales plantes spontanées broutées par le dromadaire dans le Sud est algérien.	Houari D. K., Chehma A.	213
Les relations sol-végétation du Nord Est du Sahara algérien : Inventaire, classification et répartition. Cas des oasis des Ziban.	Khechai S., Laadjal H.	215
Dispositif expérimental de la station de recherche en météorologie des zones arides et semi arides.	Ouzaa L.	217
Outarde HOUBARA (<i>Chlamydotis undulata undulata</i>) en Algérie : Perspectives de conservation.	Belhamra M., Naloufi A., Berredjough B., Harzal H., Farhi Y., Boukamza M.	227
L'avifaune des zones humides du parc national du W. du Niger : Conservation et développement local.	Issiaka Y.	233
Effets de la structure de l'habitat sur la biodiversité avienne en régions arides et semi arides : Cas de Biskra, Guerrara, Djelfa et Mergueb.	Farhi Y., Belhamra M., Boukhemza M.	235
Les systèmes aquatiques du Hoggar et du Tassili : Connaissance et stratégies pour une conservation durable.	Moulla M., Zouakh D. E., Bouhadad R.	245

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

Contribution à l'inventaire l'entomofaune dans la région de Biskra.	Saïghi S., Doumandji S., Aifaoui O., Haïchar M.	247
Contribution à l'étude écologique et systématique de quelques groupes de la pédofaune dans une zone pésaharienne M'Laga (région de Messaâd Djelfa)	Brague N., Bouragba, Cherrak S., Brague A.	257
Aperçu sur la faune acridienne dans deux régions : saharienne (Biskra) et semi aride (Constantine).	Moussi A., Harrat A.	273
Biodiversité des arthropodes dans la région de Filiach (Biskra, Algérie).	Souttou K., Farhi Y., Baziz B., Sekour M., Guezoul O., Doumandji S.	275
Distribution spatiale des communautés microbiennes dans une zone hyperaride du Sud algérien.	Zaoui M., Gaouar A., Brauman A.	277
Problèmes de la lutte chimique au Sahara algérien : Cas des acridicides.	Ould El Hadj M. D.	287
L'entomofaune des <i>Hymenoptères Apoidea</i> dans la région saharienne d'El Oued (Djamaa).	Arigue S. F.	295
Etude de l'action d'un champignon entomopathogène sur un insecte qui accentue la désertification le criquet pèlerin <i>Schistocerca gregaria</i> .	Bissaad F., Doumandji-Mitiche B.	297

**CONTRIBUTION A L'ETUDE FLORISTIQUE ET ECOLOGIQUE DES
FORETS DE L'ETAGE BIOCLIMATIQUE SEMI ARIDE ALGERIEN,
MENACEES DE DISPARITION**

Kadik-Achoubi L.

Maître de Conférences (E-mail : Ikadik@yahoo.fr, Tél : 213 21 904827. Mob : 213 71 31 36 97. Fax : 213 24 7217. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène. Faculté des Sciences Biologiques BP 32 El Alia Alger 16 111 Algérie)

RESUME

En Algérie l'aire climatique du pin d'Alep se situe dans les étages bioclimatiques semi-arides et sub-humide inférieur - mais, il faut remarquer que l'action de l'homme a entraîné une translation de cette aire du sud vers le nord. Alors qu'au nord de l'Algérie, le pin d'Alep est en pleine extension, la dégradation poussée de la couverture végétale au niveau de la partie la plus méridionale de son aire actuelle conduit à l'installation de conditions microclimatiques défavorables à son développement. Aussi, pour mieux comprendre la répartition des groupements de la région subsaharienne et des facteurs qui les régissent, nous avons abordé une approche synécologie qui permet dans un premier temps de mettre en évidence les différents groupements et des principaux facteurs écologiques qui interviennent dans leur répartition. Dans un deuxième temps, nous avons utilisé une approche autoécologique (profils écologiques) complétée par la méthode des liaisons interspécifiques qui met en évidence les relations qui existent entre les principales espèces et permet ainsi une hiérarchisation des groupements du plus dégradé au mieux conservé. Les résultats permettront de mieux comprendre la diversité floristique et de mettre en évidence les peuplements qui sont situés dans des conditions de survie difficile donc menacés de disparition. L'échantillonnage a donc porté sur les formations à pin d'Alep de l'étage bioclimatique semi-aride algérien dans ses variantes chaudes, fraîches et froides.

La contribution à la connaissance de la typologie forestière et préforestière du semi-aride algérien à partir des profils écologiques corrigés et indicés appliqués à deux variables actives et bien échantillonnées a permis de définir 38 groupes écologiques. D'autre part, la mise en œuvre de la méthode des liaisons interspécifiques a conduit à mettre en évidence 53 noyaux de constellations qui correspondent aux espèces pilotes sur le plan phytosociologique.

Les structures observées par leur situation, leur diversité floristique et leurs capacités d'adaptation dans des milieux très difficiles, subissant l'agressivité de l'homme d'une part et celle du climat d'autre part, constituent une importante base indispensable à une politique rationnelle de réhabilitation de ces écosystèmes qui sont menacés de disparition.

Mots clés : *Pin d'Alep, Phytoécologie, semi aride algérien*

INTRODUCTION

Les formations végétales du semi-aride algérien sont soumises d'une part à l'action du climat méditerranéen qui présente une saison estivale longue, néfaste à la végétation, d'autre part, à l'action de l'homme qui est souvent destructive notamment le surpâturage qui entraîne une dégradation intense de ces peuplements. Le but de cet article est comprendre la répartition des groupements de la région subsaharienne et des facteurs qui les régissent, nous avons abordé une approche synécologique qui permet dans un premier temps de mettre en évidence les différents groupements et des principaux facteurs écologiques qui interviennent dans leur répartition. Dans un deuxième temps, nous avons utilisé une approche autoécologique (profils écologiques) complétée par la méthode des

liaisons interspécifiques qui met en évidence les relations qui existent entre les principales espèces et permet ainsi une hiérarchisation des groupements du plus dégradé au mieux conservé. Les résultats permettront de mieux comprendre la diversité floristique et de mettre en évidence les peuplements qui sont situés dans des conditions de survie difficile donc menacés de disparition.

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

* Cadre géographique :

Les formations forestières et pré forestières étudiées se situent dans l'étage bioclimatique semi-aride algérien s'étendant d'ouest en est comme suit :

- la partie occidentale algérienne du Tell et de l'Atlas saharien (près de Saida : Monts de Daia ; et Ain Sefra : djebel Mzi) ;
- la partie centrale algérienne de l'Atlas saharien (Monts des Ouled Nails : Sénalba Chergui et Rharbi...) ;
- la partie orientale algérienne de l'Atlas saharien (: Monts des Aurès : près de Khenchela, forêt des Beni-Imloul par exemple ; et près de Tébessa).

* Cadre climatique

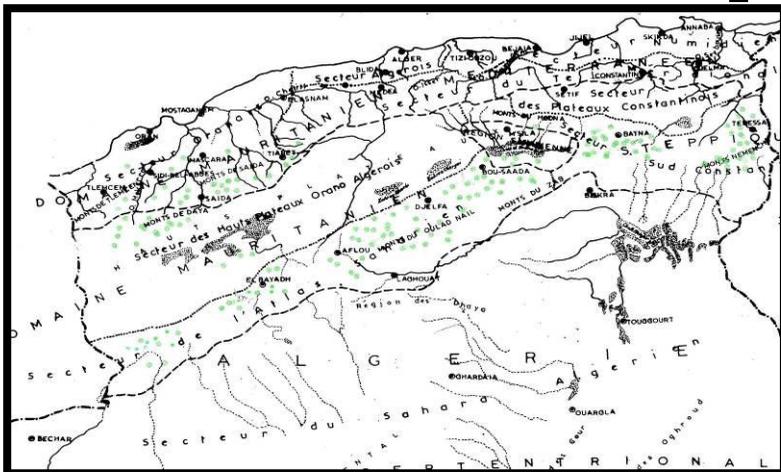
Les précipitations diminuent d'est en ouest ; la moyenne annuelle des précipitations est de 529mm à Khenchela et de 294mm à El Bayadh. Cependant les précipitations présentent un minimum au mois de Juillet pour toutes les stations.

Les valeurs minimales des températures sont observées au mois de janvier et les valeurs maximales au mois de juillet.

Figure représentant la situation des sites échantillonnés sur la carte phytogéographique de Maire (1926)

Echelle approximative : 1/7.500.000

Sites échantillonnés



*** Cadre géologique**

- ◇ Les travaux de Cornet et *al* (1952) classent les principales unités géologiques de la zone d'étude dans :
- ◇ le jurassique dont les sédiments sont des roches calcaires et marneuses et rarement dolomitiques ou gréseuses.
- ◇ le crétacé représenté par le crétacé inférieur, le Cénomaniens, le Turonien et le Sénonien.
- ◇ le paléogène formé par l'éocène et l'oligocène.
- ◇ le néocène formé par le miocène inférieur (couches de marnes multicolores salées ou gypseuses et de bancs de grès calcaires).
- ◇ le tertiaire continental formé d'argiles sableuses rouges plus ou moins salées et gypseuses.
- ◇ le quaternaire représenté par les alluvions anciennes argilo-sableuses, et des alluvions récentes sableuses grisâtres et blanchâtres.

*** Cadre pédologique**

Les sols sur lesquels pousse le pin d'Alep sont très diversifiés (Kadik 1983 & 1984) ; on y rencontre :

- ◇ les sols minéraux bruts.
- ◇ les sols peu évolués.
- ◇ les sols calcimagnésiques.
- ◇ les sols isohumiques.
- ◇ les sols fersialitiques.

D'une manière générale, les forêts du pin d'Alep poussent sur tout type de sol ; cependant, il faut remarquer que les sols à lithologie calcaire et marno-calcaire présentent les meilleures pineraies.

METHODOLOGIE

*** Echantillonnage**

Dans le cas de notre étude, vu l'hétérogénéité et la discontinuité des peuplements l'échantillonnage subjectif (Gounot 1969) est le mieux approprié. Nous avons utilisé également des photographies aériennes (au 1/40.000^e) et des documents cartographiques suivants :

- les cartes de végétation de l'Algérie de Guelt-es-stel au 1/1000.000^e (Ozenda & *al*, 1954) ;
- la carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques Tunis-Sfax au 1/1.000.000^e (Gaussen & *al*, 1958) ;
- la carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques au 1/1.000.000^e (Barry & *al* 1974) ;
- la carte de la végétation d'Oran au 1/500.000^e (Alcaraz, 1977) ;
- la carte de l'occupation des terres de l'Algérie au 1/200.000^e : feuille de Mécheria (Achoubi & *al*, 1980) ;
- la carte de l'occupation des terres de l'Algérie au 1/200.000^e : feuille de Ain Sefra (Médiouni & *al*, inédit) ;

- la carte de l'occupation des terres de l'Algérie au 1/200.000° : feuille d'El Bayadh (Bouzenoune & al, inédit) ;
- la carte phyto-écologique de Mécheria au 1/200.000° (Achoubi & al, 1980) ;
- la carte de l'occupation des terres de l'Algérie au 1/100.000° : feuille de Djelfa (Kadik, inédit).

En plus de ces cartes, nous avons utilisé de cartes topographiques au 1/500.000°, au 1/200.000° et au 1/100.000° de l'Algérie du Nord pour situer avec exactitude nos relevés. Le choix de l'emplacement des relevés s'est effectué de manière subjective et intuitive : les échantillons ont été choisis en respectant les critères d'homogénéité et de représentativité.

Les critères d'homogénéité du relevé (Gounot 1969), sont :

- l'uniformité des conditions écologiques apparentes qu'il est difficile d'apprécier exactement ;
- la dominance d'une ou plusieurs espèces qui est un critère peu sûr également car il peut ne pas y avoir de dominantes, ou bien une même dominante peut recouvrir plusieurs unités ;
- l'apparition régulière de combinaisons définies d'espèces dans des conditions écologiques semblables. Ce dernier critère est considéré comme le plus important.

La station est le lieu où vit un individu d'association ou d'un groupement (Guinochet, 1973).

Dans notre dition, les peuplements végétaux sont très dégradés ; si la mosaïque des éléments est répétitive

(100m² dans notre dition), il est important de considérer au sein même de l'aire minimale, des unités ou « éléments » qui sont différenciés sur le plan floristique, écologique et physiognomique. Ainsi selon Gounot (1956), quand une aire paraît hétérogène, c'est souvent parce qu'elle comprend plusieurs milieux différents, étroitement imbriqués, qui constituent une mosaïque de plusieurs « éléments » ; dans ce cas, il est nécessaire d'étudier séparément les éléments. En Algérie, plusieurs auteurs (Mediouni & Yahi, 1989 ; Yahi, 1995, Dahmani, 1997...) ont considéré les éléments structuraux comme unités représentatives des groupements étudiés. Ainsi, selon Mediouni (1987) : « la surface de l'élément structural est variable. L'élément est délimité en fonction de l'agrégation des espèces qui participent à sa structure biologique. Cet élément structural est une entité biologique caractérisée par sa structure, sa composition floristique et son écologie. Il est indissociable. ». Il faut remarquer que cet auteur s'est intéressé surtout à l'étude de la dynamique de la végétation. D'un autre côté, Gehu (1987), affirme que la taille et la forme du relevé découlent des exigences d'homogénéité. Cette homogénéité structurale est définie essentiellement par les discontinuités observées dans le plan horizontal de la communauté végétale et correspond à l'élément structural.

Des sorties de prospection effectuées déjà au printemps 1985 dans les pinèdes de l'étage bioclimatique semi-aride nous ont permis d'observer qu'au sein de la station (100 m²) existent plusieurs éléments structuraux qui présentent de manière répétitive les mêmes taxons avec une même fréquence. Ainsi pour notre étude nous avons effectué deux types de relevés :

- ◇ des relevés ayant une surface de 100 m² ;
- ◇ des relevés par élément : au sein d'une même aire minimale, par exemple un pin d'Alep isolé est relativement indépendant dans une steppe à alfa qui l'entoure et pourrait être étudié indépendamment de la steppe. Sous le pin les conditions d'ombrage, de litière, de profondeur de sol etc. sont différentes de celles de la steppe environnante et fournissent des indications précieuses sur l'évolution de la végétation de la station ; aussi il nous a semblé intéressant d'étudier ensemble la végétation qui croît sous le pin et celle qui s'étale en plein découvert. Au sein d'une même aire minimale nous pouvons trouver plusieurs éléments structuraux. Il faut préciser que l'élément structural n'est retenu qu'après une étude précise sur le terrain permettant de remarquer sa différenciation floristique et sa répétitivité ; en effet l'état de dégradation de la végétation étudiée nécessite une observation minutieuse de chaque cas. D'autre part, la surface de l'élément étudié a une limite biologique par exemple l'élément alfa a une surface délimitée par la touffe d'alfa.

Chaque relevé (cf. annexes) considère des variables écologiques au niveau :

- ◇ régional : bioclimat par exemple ;
- ◇ sectoriel : lithologie, géomorphologie, exposition, topographie, formation végétale, première espèce dominante, deuxième espèce dominante ;
- ◇ stationnel : pente, pourcentage de recouvrement global de la végétation, des cailloux, graviers, litière, sol nu, profondeur du sol, traces d'incendies etc.

* **Traitements de données**

Ce travail se base sur la comparaison des relevés et leur regroupement par affinités floristiques et écologiques, facilité par les techniques numériques telles que l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). L'analyse factorielle des correspondances dont l'aspect mathématique a été largement exposé par plusieurs auteurs (Benzecri, 1963 ; Cordier, 1965 ; Lebart & Fénélon, 1971 ; Benzecri, 1973) est utilisée actuellement dans de nombreuses disciplines. Le tableau constituant la matrice des données est un tableau à double entrée dont chaque ligne correspond à des individus (espèces par exemple), et chaque colonne à une variable (relevé ou classe de variable).

Selon Benzecri (1973), Les données en question doivent obéir à deux exigences :

- ◇ à l'homogénéité, c'est-à-dire que toutes les grandeurs recensées dans le tableau sont des quantités de même nature ;
- ◇ à l'exhaustivité, c'est-à-dire que les ensembles du tableau représentent un inventaire complet d'un domaine réel dont le cadre n'est guère discutable.

Pour interpréter l'AFC, nous avons utilisé la classification ascendante hiérarchique ; cette méthode Le programme fournit le résultat sous la forme d'un arbre ou dendrogramme. La Classification Ascendante Hiérarchique (C.A.H.) a aussi été utilisée pour l'élaboration de tableaux phytosociologiques. Sur le plan pratique la C.A.H permet de mieux individualiser les limites entre les différents groupements. L'AFC considère les différents points (relevés ou espèces), le critère «présence absence» a été retenue. L'interprétation est basée d'une part sur le critère distance qui suppose que deux points proches l'un de l'autre sont ressemblants. Ce critère de distance est à lui seul insuffisant, car ces deux points très éloignés en réalité, peuvent être rapprochés sur le plan de projection, quand celui-ci est perpendiculaire à la distance qui les sépare. D'autre part, pour connaître la part d'information exprimée par chaque axe, nous avons pris en considération la contribution absolue de chaque relevé ou espèce. L'importance des axes factoriels est évaluée en calculant leur «participation relative» à l'inertie totale du nuage expliquée par les cinq axes. Le programme utilisé nous a permis d'obtenir trois types de diagrammes, le premier représente les relevés seuls ; le second, les espèces seules, le troisième représente à la fois les espèces et les relevés. Dans cette partie, nous présenterons les sorties d'AFC appliquée aux relevés d'une part et aux espèces d'autre part.

Résultats de l'analyse factorielle des correspondances et de la classification ascendante hiérarchique

Dans une première phase, nous avons effectué une analyse globale qui a porté sur l'ensemble des relevés et des espèces de notre zone d'étude soit 598 espèces et 154 relevés. Le traitement de nos données par l'AFC permet de connaître la part d'information exprimée par chaque axe en calculant sa participation relative à l'inertie totale du nuage expliquée par les 5 axes. D'autre part, ce traitement permet de mettre en évidence les principaux facteurs discriminants régionaux des pinèdes étudiées ; par la suite, des traitements partiels permettront d'individualiser des unités floristiques qui serviront de base pour l'étude syntaxonomique et l'établissement de tableaux phytosociologiques (Kadik, 2005).

L'étude phyto-écologique des groupements à pin d'Alep du semi-aride algérien réalisée par l'utilisation de méthodes informatiques classiques complémentaires a permis de mettre en évidence leur

structuration, et des principaux facteurs écologiques qui interviennent dans leur répartition. L'analyse globale initiale basée sur le paramètre « présence-absence » et les plus fortes valeurs des contributions absolues (CTA) et des contributions relatives (CTR), a permis le rassemblement des relevés selon leur localisation géographique et bioclimatique. Trois analyses partielles ont permis de distinguer 20 groupes de relevés et la hiérarchisation de la végétation en fonction des stratifications verticale (hauteur des éléments structuraux) et horizontale (% de recouvrement de la végétation).

- **L'analyse globale** (154 relevés et 588 espèces) a permis l'identification de 7 groupes de relevés se répartissant comme suit :

Sur la Partie négative de l'axe1

◊ Groupe 1 : 20 relevés représenté par les forêts très denses à peu denses à *Pinus halepensis*, *Stipa tenacissima*, *Rosmarinus eryocalyx*, *Quercus coccifera*, *Tetraclinis articulata* (O3 : secteur oranais, sous secteur de l'atlas tellien).

◊ Groupe 2 : 32 relevés représenté par les forêts très denses à peu denses à *Pinus halepensis*, *Quercus rotundifolia*, *Phillyrea angustifolia*, *Rosmarinus eryocalyx*, *Juniperus turbinata*, *Genista microcephala subsp.capitellata*, *Genista cinerea* (surtout AS3 : secteur de l'atlas saharien, sous secteur de l'atlas saharien constantinois).

Sur la Partie négative de l'axe 1

◊ Groupe 3 : 21 relevés représenté par les forêts claires, matorrals et steppes arborées à *Pinus halepensis*, *Rosmarinus eryocalyx*, *Juniperus oxycedrus*, *Juniperus turbinata*, *Phillyrea angustifolia* (surtout AS2 et AS3 : secteur de l'atlas saharien, sous secteur de l'atlas saharien algérois et sous secteur de l'atlas saharien constantinois.)

◊ Groupe 4: 30 relevés représenté par les forêts claires, matorrals bas clairs, steppes arborées à *Pinus halepensis*, *Juniperus turbinata*, *Stipa tenacissima* (surtout AS2 : secteur de l'atlas saharien, sous secteur de l'atlas saharien algérois)

◊ Groupe 5 : 3 relevés représentés par les matorrals bas clairs à *Juniperus turbinata*, *Juniperus oxycedrus*, *Pinus halepensis*, *Pistacia terebinthus* (AS2 : secteur de l'atlas saharien, sous secteur de l'atlas saharien algérois)

Sur la partie positive de l'axe2

◊ Groupe 6 : 1 relevé représenté par un matorral bas clair à *Quercus rotundifolia*, *Juniperus turbinata*, *Stipa tenacissima* (AS1 : secteur de l'atlas saharien, sous secteur de l'atlas saharien oranais.)

Sur la partie négative de l'axe2

◊ Groupe 7 : 2 relevés. Forêt très dense à *Pinus halepensis*, *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus* (AS3 : secteur de l'atlas saharien, sous secteur de l'atlas saharien constantinois.)

Par ailleurs cette analyse globale a permis de relever que l'axe1 exprime le degré d'ouverture du milieu qui est lié à un gradient anthropique associé à un gradient d'aridité (dynamique régressive exprimée depuis la partie négative de l'axe vers sa partie positive). L'axe 2 présente un facteur thermique exprimé par un gradient altitudinal. Il faut noter cependant que l'information fournie par cet axe est négligeable par rapport à celle fournie par l'axe1.

- **L'analyse partielle 1** (173 relevés et 393 espèces) a permis l'identification de 7 groupes de relevés se répartissant comme suit :

Sur la partie négative de l'axe1

◊ Groupe 1 : 2 relevés formés par des éléments de végétation bas à très bas (hauteur de la végétation inférieure à 50 cm) peu denses à *Stipa parviflora*, *Plantago albicans* (dominants).

◊ Groupe 2 : 9 relevés formés par des éléments de végétation bas à très bas et moyens (hauteur de la végétation comprise entre 50 cm et 4 m) peu denses à *Juniperus turbinata* *Globularia alypum*, *Poa bulbosa* (dominants).

◊ Groupe 3 : 2 relevés par des éléments de végétation arborés (hauteur de la végétation comprise entre 4 m et 7 m) clairs à *Pinus halepensis*, *Rosmarinus eryocalyx*, *Globularia alypum*, *Stipa tenacissima* (dominants).

Sur la partie positive de l'axe1

◊ Groupe 4 : 33 relevés formé par des éléments de végétation à hauteur variable (< 25 cm jusqu'à 7 m) clairs à *Pinus halepensis*, *Rosmarinus eryocalyx*, *Globularia alypum*, *Stipa tenacissima* (dominants).

Sur la partie positive de l'axe2

◊ Groupe 5 : 3 relevés formé par des éléments de végétation variable : très bas (hauteur de la végétation inférieure 25 cm) à moyens (hauteur de la végétation comprise entre 50 cm et 4 m) densité de la végétation variable, *Juniperus oxycedrus* (dominants).

◊ Groupe 6 : 4 relevés formé par des éléments de végétation moyens (hauteur de la végétation comprise entre 50 cm et 4 m) denses à *Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus eryocalyx* (dominants).

◊ Groupe 7 : 4 relevés par des éléments de végétation moyens et arborés (hauteur de la végétation comprise entre 50cm et 4m et supérieure à 10 m) à ensité de la végétation variable, à *Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus eryocalyx* (dominants).

Partie négative de l'axe 2

◊ Groupe 8 : 8 relevés représenté par des éléments de végétation à très bas (hauteur de la végétation inférieure à 25 cm) très clairs à *Stipa tenacissima*, *Eruca vesicaria*, *Echium pycnanthum* (dominants).

Le facteur écologique exprimé par l'axe 1 est le degré d'ouverture du milieu lié à un gradient altitudinal ; l'axe 2 présente un facteur lié à l'action de l'homme avec toutes les conséquences qu'elle entraîne (tassement de sol, % de la roche mère qui affleure très élevé ...).

- **L'analyse partielle 2** (183 relevés et 449 espèces) a permis l'identification de 8 groupes de relevés se répartissant comme suit :

Sur la partie négative de l'axe 1

◊ Groupe 1 : 6 relevés formé par des éléments de végétation, arborés (dominants on arborés (hauteur de la végétation supérieure à 10m) denses à *Pinus halepensis* *Quercus rotundifolia*, *phillyrea angustifolia*, *Tetraclinis articulata*, *Rosmarinus eryocalyx* (dominants).

◊ Groupe 2 : 3 relevés constitué par des éléments de végétation, arborés (hauteur de la végétation supérieure à 10m) denses à clairs à *Pinus halepensis* *Quercus rotundifolia*, *Stipa tenacissima*, *Rosmarinus eryocalyx* (dominants).

Sur la partie positive de l'axe 1

◊ Groupe 3 : 2 relevés formé par des éléments de végétation bas (hauteur de la végétation inférieure à 1 m 50) peu denses à clairs à *Juniperus oxycedrus*, *Phillyrea angustifolia*, *Quercus rotundifolia*, *Stipa tenacissima* (dominants).

◊ Groupe 4 : 4 relevés sont des éléments de végétation très bas (hauteur de la végétation < 50 cm) peu denses à clairs à *Genista cinerea*, *Scorzonera undulata*, *Poa bulbosa* (dominants).

Sur la partie positive de l'axe 2

◊ Groupe 5 : 10 relevés constitué par des éléments de végétation bas à moyens (hauteur de la végétation < 25 cm et comprise entre 50cm et 4m) à densité de la végétation variable, *Pinus halepensis* *Juniperus turbinata*, *Stipa tenacissima*, *Rosmarinus eryocalyx* *Globularia alypum* (dominants).

◊ Groupe 6 : 22 relevés rassemble des éléments de végétation moyens (hauteur de la végétation comprise entre 50cm et rarement supérieure à 10 m) peu denses à *Pinus halepensis* *Juniperus turbinata*, *Stipa tenacissima*, *Rosmarinus eryocalyx* (dominants).

◊ Groupe 7 : 4 relevés formé par des éléments de végétation moyens et arborés (hauteur de la végétation comprise entre 50 cm et 4 m et supérieure à 10 m) à densité de la végétation variable, à *Pinus halepensis*, *Stipa tenacissima*, *Globularia alypum*, *Quercus rotundifolia*, *Juniperus oxycedrus*, *Rosmarinus eryocalyx* (dominants).

Sur la partie négative de l'axe 2

◊ Groupe 8 : 5 relevés réunit des éléments de végétation très bas (hauteur de la végétation inférieure à 25 cm) très clairs à *Genista cinerea*, *Scorzonera undulata*, *Poa bulbosa*, *Alyssum granatense*, *Dactylis glomerata*, *Filago pyramidata* (dominants).

Le gradient exprimé par l'axe 1 de l'analyse partielle 2, est un gradient d'ouverture lié à l'action de l'homme et de son troupeau ajouté à celle du climat entraînant une déforestation selon l'axe 2, sur la partie positive se positionnent des relevés formés par des groupements forestiers et préforestiers poussant sur sols relativement épais s'opposant aux groupements steppiques sur la partie négative qui sont localisés sur sols superficiels sur croûte calcaire. Une certaine redondance est observée (effet Guttman).

- **L'analyse partielle 3 (183 relevés et 449 espèces)** a permis l'identification de 5 groupes de relevés se répartissant comme suit :

◊ Groupe 1 : 7 relevés (valeurs de CTA et de CTR fortes selon les 2axes) est formé par des éléments de végétation très hauts (hauteur de la végétation > à 16m) denses à *Pinus halepensis*, *Tetraclinis articulata*, *Quercus rotundifolia*, *Calicotome spinosa*, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus coccifera*

◊ Groupe 2 : 8 relevés situés sur la partie négative de l'axe 1, est constitué par des éléments de végétation très hauts et hauts (hauteur de la végétation comprise entre 10 et 16 m et supérieure à 16m), denses à *Pinus halepensis*, *Tetraclinis articulata*, *Quercus rotundifolia*, *Calicotome spinosa*, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus coccifera* *Juniperus turbinata*, *Carex halleriana* (dominants).

◊ Groupe 3 : 26 relevés rassemble des éléments de végétation arborés moyens (hauteur de la végétation comprise entre 4m et 16m) à densité variable à *Pinus halepensis* *Phillyrea latifolia*, *Quercus coccifera* *Quercus rotundifolia* *Tetraclinis articulata*, (dominants)

◊ Groupe 4 : 4 relevés situé sur la partie positive de l'axe 1, est formé par des éléments de végétation bas (hauteur de la végétation inférieure à 1m50) clairs à *Stipa tenacissima*, *Quercus coccifera*, *Rosmarinus eryocalyx* (dominants).

◊ Groupe 5 : 13 relevés à fortes valeurs de CTA et CTR selon l'axe 1 et 7 relevés selon l'axe 2 ; il est composé par des éléments de végétation bas à très bas (hauteur de la végétation inférieure à 50cm) clairs à *Rosmarinus eryocalyx*, *Juniperus oxycedrus*, *Dactylis glomerata* (dominants).

◊ Groupe 6 : 12 relevés sur la partie négative de l'axe 2, est constitué par des éléments de végétation moyens (hauteur de la végétation inférieure à 4m) clairs à *Stipa tenacissima*, *Quercus coccifera*, *Rosmarinus eryocalyx* (dominants).

De la même façon que précédemment, l'axe 1 exprime le degré d'ouverture des formations végétales lié à un gradient d'aridité associé à l'action humaine. L'axe 2 néanmoins, met en évidence un gradient édaphique ; en effet les forêts hautes et denses sont situées sur sol plus profond que les matorrals arborés.

Résultats de l'étude phyto-écologique par la méthode des profils écologiques et des liaisons interspécifiques

- Groupes écologiques

La contribution à la connaissance de la typologie forestière et préforestière du semi-aride algérien à partir des profils écologiques corrigés et indicés appliqués à deux variables actives et bien échantillonnées, a permis de décrire :

- ◊ 9 groupes écologiques indicateurs de la variable « espèce dominante dans la strate arbustive » traduisant une diversité remarquable malgré la fragilité de ces écosystèmes.
- ◊ 29 groupes écologiques indicateurs de la variable « Type d'élément » ; l'analyse des espèces indicatrices de ces groupes a permis de remarquer qu'une steppisation de ces formations très prononcée et l'absence de jeunes semis forestiers entraîne inévitablement la disparition de la forêt dans un très proche avenir. Seules les espèces les plus adaptées à la sécheresse résistent et régénèrent bien ; les autres taxons deviennent plus rares et se cantonnent uniquement sur les expositions Nord qui ont un microclimat plus frais. Les formations végétales sont soumises d'une part aux actions du climat, d'autre part aux actions anthropozoogènes incontrôlées.

Chaque écosystème abrite une faune et une flore qui lui sont propres ; sa disparition entraînerait la disparition des espèces animales et végétales ; autrement dit on aboutirait à une dégradation des habitats donc de la biodiversité. Aussi, il est urgent de dresser un plan d'aménagement de ces formations végétales qui permettra leur réhabilitation.

- Liaisons interspécifiques

Le traitement de ces liaisons interspécifiques laisse entrevoir 53 espèces qui sont des noyaux de constellations ou centres de coenons. Ces 53 espèces sont considérées comme les plus importantes de ces groupements. Le résultat final est communiqué sous la forme d'un diagramme où l'ordonnée représente la stratification verticale de la végétation et l'abscisse, la stratification horizontale (ou le recouvrement global de la végétation).

D'une manière générale, ces espèces se placent en haut et à droite du diagramme (figure), elles sont représentatives des forêts bienvenantes dans l'étage bioclimatique semi-aride algérien. L'analyse rapide de ces espèces indique que le pourcentage d'espèces steppiques est nul, celui des espèces forestières de 82,35 %, des espèces de matorrals est égal à 17,64 %. Cependant sur ces 17 espèces citées seules 11 espèces forment des coenons.

Le traitement informatique des liaisons interspécifiques associé à celui des groupes écologiques a permis de classer les formations végétales de l'étage bioclimatique du semi-aride étudiées, de la plus

dégradée vers la mieux conservée (figure). Il faut signaler que la dégradation du couvert horizontal croît en sens inverse de celui de la stratification verticale.

Conclusion

Ce travail se base sur la comparaison des relevés et leur regroupement par affinités floristiques et écologiques, facilité par les techniques numériques telles que l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

La contribution à la connaissance de la typologie forestière et préforestière du semi-aride algérien à partir des profils écologiques corrigés et indicés appliqués à deux variables actives et bien échantillonnées a permis de définir 38 groupes écologiques. D'autre part, la mise en œuvre de la méthode des liaisons interspécifiques a conduit à mettre en évidence 53 noyaux de constellations qui correspondent aux espèces pilotes sur le plan phytosociologique.

Les groupements identifiés ont été caractérisés sur les plans syntaxonomique (Kadik, 2005), édaphique et bioclimatique ; ainsi ont été établis des ensembles végétation-flore-sol-bioclimat qui précisent les relations et les affinités existant entre ces quatre compartiments. Chacune des unités de végétation décrites a été resituée à la fois dans l'espace (étagement de la végétation) et dans le temps (série dynamique de végétation). Les étages de végétation classiquement reconnus en région méditerranéenne basse ont été observés ; les groupements végétaux décrits se rattachent à cinq séries dynamiques.

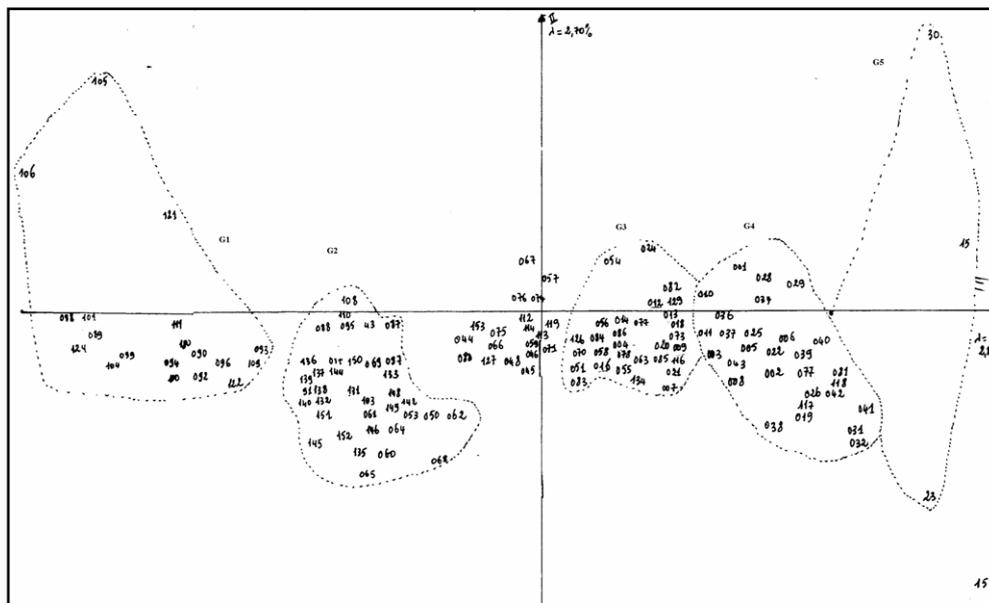
Enfin les structures observées par leur situation, leur diversité floristique et leurs capacités d'adaptation dans des milieux très difficiles, subissant l'agressivité de l'homme d'une part et celles du climat d'autre part, constituent une importante base indispensable à une politique rationnelle de réhabilitation de ces écosystèmes qui sont menacés de disparition...

Bibliographie

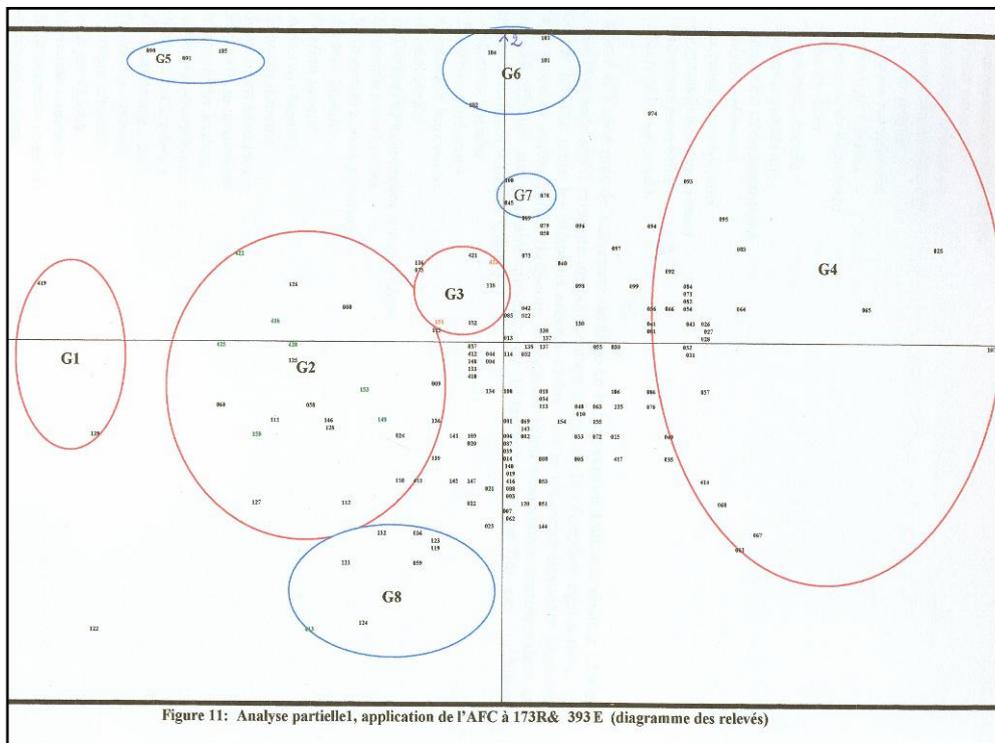
- ALCARAZ C.**, 1977 : - Carte de la végétation d'Oran au 1/500.000. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr.Nord, Univ. Alger.
- ACHOUBI L.** et *al.*, 1980 : - Carte de l'occupation des terres, feuille de Mecheria au 1/200 000, CRBT, Alger.
- ACHOUBI L.** et *al.*, 1980 : - Carte phyto-écologique, feuille de Mecheria au 1/200.000, C.R.B.T., Alger.
- BARRY J. P., CELLES J. C.** et **FAUREL L.**, 1976 : - Notice de la carte internationale du tapis végétal et des conditions écologiques. Feuille d'Alger au 1/1.000.000. C.R.B.T., Alger : 42 p.
- BENZECRI J.P.**, et coll., 1973 : - L'analyse des données. T1- La taxinomie. T2 - L'analyse des correspondances. Paris, Dunod, 675 p.
- CORDIER**, 1965 : - Sur l'analyse factorielle des correspondances. Thèse Doct. Spec., Univ. Rennes, 66 p.

- CORNET A.** et al., 1952-1953 : - Carte géologique de l'Algérie au 1/500 000 : feuilles d'Alger Nord et Sud, feuilles de Constantine Nord et Sud, feuilles d'Oran Nord et Sud et notices explicatives. Alger, *Serv. Carte Géol.*
- COSTE H., FLAHAULT Ch.**, 1974 : - Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes. Ed. Libr. Sci., et Tech. Albert Blanchard, Paris. 3 tomes.
- DAHMANI M.**, 1997 : - Le chêne vert en Algérie : Syntaxonomie, phytocécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Etat, Univ. H. Boumediene, Alger 329 p. + ann.
- DJEBAILI S.**, 1984 : - Recherches phytosociologiques et phytocécologiques sur la végétation des Hautes plaines steppique et de l'Atlas saharien. OPU Alger, 177 p + Ann.
- GAUSSEN H., VERNET A.**, 1958 : - Carte internationale du tapis végétal au 1/1 000 000. Notice de la feuille de Tunis-Sfax. Bull.Serv. carte phytogéogr.
- GEHU J. M.**, 1987 : - Des complexes de groupements végétaux à la phytosociologie paysagère contemporaine. *Informatore botanico italiano* 18 (1-2-3) : 53-83. Firenze.
- GODRON M., DAGET, P. H., EMBERGER, L., LEFLOC'H, E., LONG, G., POISSONET, J., SAUVAGE, Ch., WACQUANT, J.-P.** 1968 : - Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu : principes et transcription sur cartes perforées. CNRS, Paris, 292 p., 37 fig.
- GOUNOT M.**, 1956 : - À propos de l'homogénéité et du choix des surfaces de relevé. *Bull.Serv.Carte Phytogéogr.*, CNRS, Montpellier, B, 1 (1), 7-17.
- GOUNOT M.**, 1969 : - Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie., Edit. Paris, 314 p.
- KADIK B.**, 1983 : - Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie. Ecologie, dendrométrie, morphologie. O.P.U. Alger. 581p.
- KADIK L.**, 1984. Contribution à l'étude phytocécologique des formations à *Pinus halepensis* Mill dans le Séalba Chergui et Gharbi (Atlas saharien). Thèse Doct. 3^e cycle, Univ. H. Boumediene, Alger, 281 p. + ann.
- KADIK L. & GODRON M.**, 2004 : - Contribution à la dégradation dans les pinaies de *Pinus halepensis* MILL. *Journal Botanique de France. Soc. Bot. de France.* 27 : 9-19.
- KADIK L.**, 2005 : - Conséquences de la désertification sur les pinèdes du semi-aride algérien. *Colloque international sur la "Conservation de la flore méditerranéenne dans un environnement changeant"* 29 septembre au 2 octobre 2005 HYERES (Var) - France
- MEDIOUNI K., YAHI N.**, 1989 : - Etude structurale de la série du cèdre à Ait-Ouabane, Djurdjura. *Forêt méditerranéa*, XI, 2 : 103-112.
- OZENDA P.** et al., 1954 : - Observation sur la végétation d'une région du semi-aride : les hauts plateaux du Sud algérois. Bull. Soc. His. Nat. Afr. Nord Univ. d'Alger, 45, 3-4, 113-189, 6 planches.
- YAHI N.**, 1995 : - Contribution à l'étude phytosociologique des formations de cèdre (*Cedrus atlantica*, Manetti) de l'Atlas tellien (Ouarsenis, Djurdjura Babor). Thèse de Magister, Univ. H. Boumediene, Alger, 174 p.
- QUEZEL P., et SANTA.**, 1962-1963 : - Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris. C.N.R.S 2 vol., 1170 p.

Résultats de l'analyse factorielle des correspondances



Figures représentant l'application de l'AFC à 154 relevés & 588 espèces (diagramme des relevés)



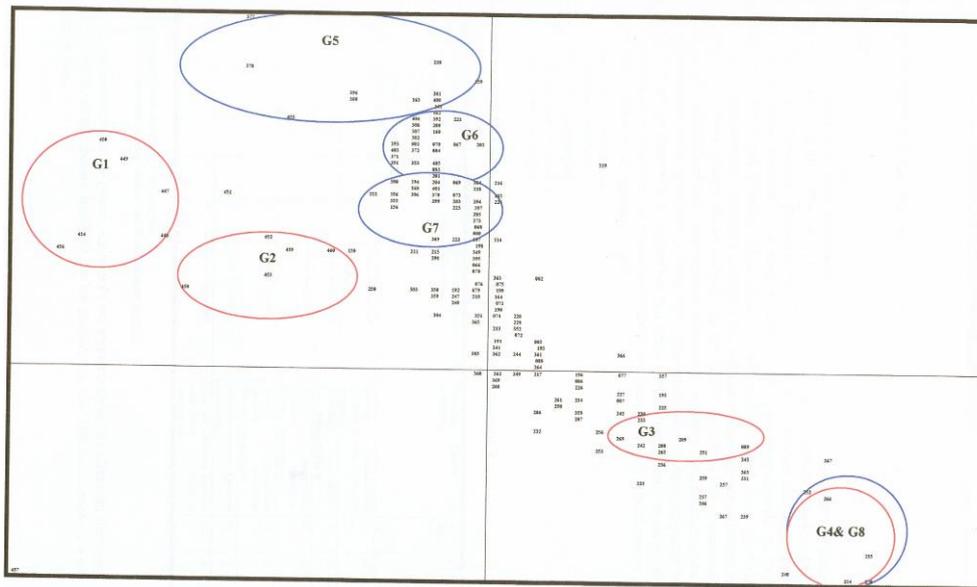
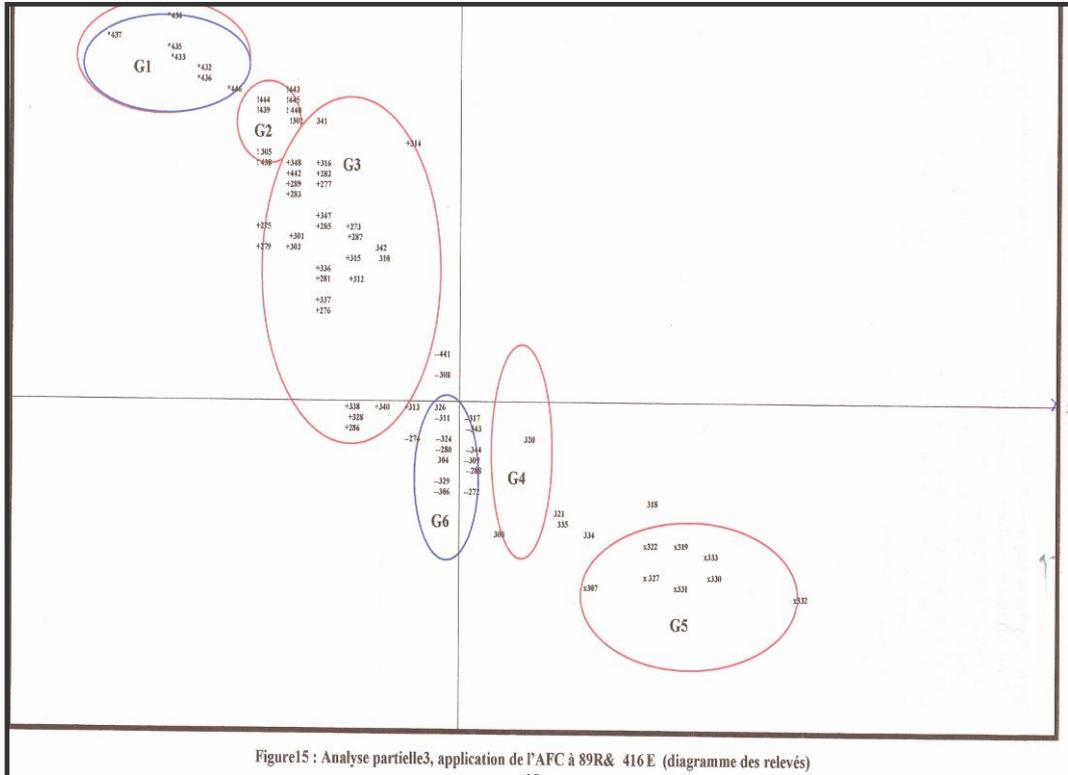


Figure : 13 Analyse partielle, application de l'AFPC à 183R & 449 E (diagramme des relevés)



Profils de fréquences corrigées des espèces classées par ordre d'information mutuelle décroissant pour la variable :
Espèce dominante dans la strate arbustive.

	FreEsp	I.M	T.A.	J.O.	J.T.	Ph.An.	P.H.	Q.C.	Q.R.	R.T.	S.T.	Groupes
<i>Pistacia lentiscus</i>	83	22	389	65	65	120	130	374	94	36	36	I T.A (12 espèces)
<i>Cistus villosus</i>	95	20	302	91	3495	7037	132	262	169	31	31	
<i>Fumana thimifolia</i>	91	16	355	48	69	71	108	205	97	109	81	
<i>Ebenus pinnata</i>	47	12	381	23	0	104	57	198	110	127	110	
<i>Elichrysum stoechas</i>	32	09	336	34	57	0	140	194	194	31	69	
<i>Genista quadriflora</i>	19	09	943	0	0	416	141	491	55	0	78	
<i>Arbutus unedo</i>	16	08	999	0	0	0	416	194	0	0	0	
<i>Epipactis helleborine</i>	17	07	843	64	0	0	53	183	183	58	44	
<i>Cistus sericeus</i>	11	07	999	0	0	0	81	565	94	0	0	
<i>Stachelina dubia</i>	10	07	999	0	0	0	90	311	155	0	0	
<i>Helianthemum recemosum</i>	9	06	999	0	0	0	100	345	115	0	0	
<i>Lavandula stoechas</i>	7	06	999	0	0	0	256	444	0	0	0	
<i>Cistus ladaniferus</i>	6	06	999	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Cistus monspeliensis</i>	7	05	999	0	0	0	0	0	222	0	0	
<i>Anarrhinum fruticosum</i>	7	04	999	0	0	0	0	444	0	142	106	
<i>Lonicera etrusca</i>	6	04	999	0	0	0	149	0	173	0	0	
<i>Rosa canina</i>	5	03	999	0	0	0	0	621	207	0	0	
<i>Anarrhinum fruticosum eu-fruticosum</i>	4	03	999	0	0	0	999	0	0	0	0	
<i>Ononis alopecuroides</i>	1	01	999	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Rumex palustris</i>	1	01	999	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Allium moly</i>	1	01	999	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Calycotome villosa</i>	1	01	999	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Avena bromoides</i>	1	01	999	0	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Juniperus oxycedrus</i>	171	31	42	266	70	117	141	109	130	29	65	II J.O. (09 espèces)
<i>Ctenopsis pectinella</i>	35	11	0	217	124	0	26	0	30	227	106	
<i>Genista cinerea</i>	35	11	0	217	31	95	51	0	104	57	148	
<i>Hordeum murinum</i>	24	09	0	226	0	0	37	129	65	207	62	
<i>Centaurea tenuifolia</i>	23	08	0	283	0	0	78	0	180	86	64	
<i>Vulpia myuros</i>	8	06	0	406	0	0	0	0	64	0	0	
<i>Avena alba</i>	14	05	256	310	77	0	64	0	111	0	106	
<i>Scleropoa rigida</i>	9	04	0	361	12	0	0	0	115	220	0	
<i>Hutchinsia procumbens</i>	2	02	0	542	0	0	0	0	0	0	0	
<i>Juniperus turbinata</i> (= <i>J.phoenicea</i>)	87	31	0	0	511	153	93	36	77	57	34	
<i>Bellis sylvestris</i>	8	04	0	0	406	0	0	0	129	124	0	
<i>Chrysanthemum macrocarpum</i>	3	03	0	0	722	0	0	0	0	0	0	
<i>Astragalus caprinus</i>	3	02	0	0	722	0	0	0	173	0	0	
<i>Silybum marianum</i>	2	01	0	0	999	0	0	0	0	0	0	

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

<i>Phillyrea angustifolia</i>	76	20	236	114	29	569	141	204	123	39	19	IV Phiang (12 espèces)
<i>Catapodium loliaceum</i>	75	18	0	72	116	222	72	0	48	145	118	
<i>Arabis auriculata</i>	95	15	0	125	114	245	85	0	98	136	93	
<i>Ammoïdes atlantica</i>	50	11	72	108	87	266	54	0	124	139	89	
<i>Leontodon tuberosus</i>	26	09	0	83	167	512	34	79	60	114	57	
<i>Senecio leucanthemifolius</i>	15	07	0	72	72	666	119	0	104	132	0	
<i>Catananche arenaria</i>	12	05	0	90	90	832	75	259	43	156	62	
<i>Euphorbia exigua</i>	8	05	0	135	0	832	72	0	129	0	0	
<i>Kentranthus calcitrapa</i>	8	04	0	0	0	832	0	88	65	124	92	
<i>Lactuca viminea</i>	4	04	0	0	0	999	0	0	129	0	0	
<i>Antirrhinum hispanicum</i>	1	01	0	0	0	999	0	0	0	0	0	
<i>Vicia micrantha-cinerea</i>	1	01	0	0	0	999	0	0	0	0	0	
<i>Bupleurum balansae</i>	19	07	0	0	114	0	236	64	109	104	39	V
<i>Aegilops triuncialis eu-triuncialis</i>	3	02	0	0	0	0	597	0	0	0	0	P.H. (2 espèces)
<i>Quercus coccifera</i>	56	23	448	39	39	59	160	832	92	0	40	VI Q.C (34 espèces)
<i>Carex halleriana</i>	100	22	179	87	65	33	125	311	197	30	22	
<i>Ampelodesmos mauritanicum</i>	108	19	199	90	50	185	158	230	129	28	55	
<i>Asparagus acutifolius</i>	60	19	60	36	18	55	164	362	190	0	12	
<i>Tetraclinis articulata</i>	38	19	999	69	29	88	118	409	82	26	19	
<i>Teucrium pseudo-chamaepitys</i>	88	17	285	49	49	39	132	318	100	56	92	
<i>Teucrium polium</i>	84	156	171	77	77	119	85	259	92	142	53	
<i>Leuzea conifera</i>	90	14	159	96	60	74	100	207	121	88	74	
<i>Cistus albidus</i>	27	11	133	40	0	123	266	470	134	0	0	
<i>Genista erioclada erioclada</i>	29	09	371	112	37	0	247	643	71	34	51	
<i>Plantago psyllium</i>	28	09	128	155	155	0	32	333	37	71	132	
<i>Chamareops humilis</i>	17	09	633	64	64	196	53	914	91	0	0	
<i>Phagnalon saxatile</i>	18	07	0	120	0	0	100	518	173	55	41	
<i>Genista erioclada</i>	13	06	0	83	0	0	0	999	159	0	57	
<i>Asparagus altissimus</i>	10	06	0	108	0	196	0	914	91	0	0	
<i>Cistus heterophyllus</i>	9	05	777	0	0	370	100	999	115	0	0	
<i>Lotus ornithodioides</i>	9	05	0	120	0	0	0	999	230	0	0	
<i>Thymus fontanesii</i>	6	04	0	181	0	0	0	999	173	0	0	
<i>Fumana agraria</i>	5	04	0	0	0	0	0	999	207	0	0	
<i>Clematis cirrhosa</i>	6	03	0	0	0	555	0	999	159	0	0	
<i>Genista pseudo-pilosa</i>	6	03	0	0	0	0	0	518	345	0	0	
<i>Genista spartioides</i>	4	03	0	0	271	0	224	999	0	0	0	
<i>Avena pilosa</i>	1	01	0	0	0	0	0	999	0	0	0	
<i>Bryonia dioica</i>	1	01	0	0	0	0	0	999	0	0	0	
<i>Filago gallica</i>	1	01	0	0	0	0	0	999	0	0	0	
<i>Hedysarum aculeolatum</i>	1	01	0	0	0	0	0	999	0	0	0	
<i>Helianthemum polyanthum</i>	1	01	0	0	0	0	0	999	0	0	0	
<i>Bupleurum rigidum</i>	1	01	0	0	0	0	0	999	0	0	0	
<i>Lotus creticus</i>	1	01	0	0	0	0	0	999	0	0	0	
<i>Marrubium vulgare</i>	1	01	0	0	0	0	0	999	0	0	0	
<i>Nonnea micrantha</i>	1	01	0	0	0	0	0	999	0	0	0	
<i>Saxifraga tridactylites</i>	1	01	0	0	0	0	0	999	0	0	0	
<i>Sinapis pubescens</i>	1	01	0	0	0	0	0	999	0	0	0	
<i>Thymus ciliatus</i>	1	01	0	0	0	0	0	999	0	0	0	

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

<i>Quercus ilex</i>	190	48	13	91	46	35	127	65	243	42	27	VII Q,R (53 espèces)
<i>Lonicera implexa</i>	43	15	2	50	0	77	146	289	241	0	0	
<i>Calycotome spinosa</i>	26	12	16	42	0	69	0	478	999	0	0	
<i>Rubia peregrina</i>	18	08	7	0	0	0	149	345	316	0	0	
<i>Catananche coerulea</i>	20	08	0	0	163	166	45	0	259	99	0	
<i>Thymelaea virescens</i>	19	07	0	0	171	175	47	164	218	52	39	
<i>Galium mollugo</i>	19	07	17	57	57	163	94	164	245	52	0	
<i>Centaurea incana</i>	11	06	9	0	99	0	0	282	235	0	0	
<i>Astragalus armatus</i>	17	05	0	64	27	0	105	0	213	58	87	
<i>Genista cinerea</i>	12	05	0	0	90	33	149	0	302	83	0	
<i>Coronilla minima</i>	10	05	0	0	0	0	179	0	259	0	0	
<i>Olea europaea</i>	10	05	0	0	0	0	90	311	311	0	0	
<i>Dorycnium pentaphyllum</i>	12	04	0	181	0	277	149	0	249	0	123	
<i>Polycarpon polycarpoides</i>	12	04	0	181	181	0	75	0	259	0	0	
<i>Lithospermum arvense</i>	12	04	71	90	0	0	75	0	216	165	123	
<i>Thymelaea tartonraira</i>	11	04	7	0	0	0	81	0	235	90	134	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	10	04	0	0	108	0	179	0	362	0	0	
<i>Valerianella coronata</i>	9	04	0	120	0	0	100	0	288	110	0	
<i>Genista tricuspidata</i>	8	04	0	0	0	0	224	388	259	0	0	
<i>Medicago secundiflora</i>	8	04	0	135	0	416	0	0	259	124	0	
<i>Varianella carinata</i>	8	04	0	135	0	0	0	0	259	124	0	
<i>Ruta montana</i>	7	04	0	0	0	0	0	0	370	0	0	
<i>Centaurea granatense</i>	10	03	0	0	108	0	269	0	259	0	74	
<i>Daphne gnidium</i>	5	03	0	0	0	0	179	0	311	0	0	
<i>Lamium amplexicaule</i>	5	03	0	217	0	0	0	0	207	198	0	
<i>Polycarpon polycarpoides</i>	5	03	51	0	0	0	0	0	414	0	0	
<i>Genista microcephala</i>	6	03	2	0	0	0	0	0	431	0	123	
<i>Helianthemum pilosum</i>	5	02	0	0	0	0	0	0	311	198	148	
<i>Osyris quadripartita</i>	4	02	0	0	0	0	0	0	388	0	0	
<i>Rhamnus lycioides</i>	5	02	0	0	0	0	179	0	311	0	148	
<i>Coronilla Valentina</i>	3	02	0	0	0	0	0	0	518	0	0	
<i>Hedysarum naudinianum</i>	3	02	0	0	0	0	0	0	518	0	0	
<i>Hedysarum pallidum</i>	3	02	0	0	0	0	0	0	518	0	0	
<i>Ononis ornithodium</i>	3	02	0	0	0	0	0	0	518	0	0	
<i>Veronica cymbalaria</i>	3	02	0	0	0	0	0	0	518	0	0	
<i>Anchusa undulata</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	518	0	0	
<i>Anthyllis vulneraria</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	518	0	0	
<i>Arisarum vulgare</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	518	0	0	
<i>Astragalus tenuifoliosus</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	518	0	0	
<i>Brassica amplexicaulis</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	518	0	0	
<i>Catapodium tenellum</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	518	0	0	
<i>Crataegus oxyacantha</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	518	0	0	

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

<i>Nardurus cynosuroides</i>	29	10	0	187	112	0	0	0	54	205	128	(08 espèces) VIII R.T.
<i>Atractylis cancellata</i>	20	09	17	54	54	0	45	155	26	248	185	
<i>Tunica illyrica</i>	28	08	0	0	155	238	64	0	37	212	0	
<i>Lepturus cylindricus</i>	21	08	0	206	52	0	43	0	74	236	106	
<i>Ranunculus gramineus</i>	4	03	0	0	271	0	0	0	0	496	0	
<i>Koeleria pubescens</i>	3	03	0	0	0	0	0	0	0	661	0	
<i>Polycnenum fontanesii</i>	4	02	0	0	0	0	224	0	129	496	0	
<i>Helianthemum cinereum</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	0	991	0	
<i>Colutea arborescens</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	0	518	0	
<i>Draba muralis</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	0	518	0	
<i>Daucus carota</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	0	518	0	
<i>Elichrysium italicum</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	0	518	0	
<i>Erica multiflora</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	0	518	0	
<i>Hedysarum humile</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	0	518	0	
<i>Linum usitatissimum</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	0	518	0	
<i>Silene atlantica</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	0	518	0	
<i>Stellaria media</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	0	518	0	
<i>Thymecleae velulina</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	0	518	0	
<i>Lotophyllus argenteus</i>	1	01	0	0	0	0	0	0	0	518	0	
<i>Erysimum incanum</i>	25	09	0	43	173	133	36	0	41	198	207	(12 espèces) IX S.T.
<i>Jurenea humilis</i>	22	08	0	99	0	0	163	0	141	0	202	
<i>Brachypodium dichotomum</i>	14	08	0	77	0	238	64	222	37	0	264	
<i>Herniaria fontanesii</i>	16	07	22	0	135	0	56	0	32	124	231	
<i>Sisymbrium torulosum</i>	11	06	4	0	99	0	0	0	47	0	403	
<i>Carlina lanata</i>	11	05	0	0	99	0	0	282	47	90	403	
<i>Galium rotundifolium</i>	11	04	0	0	0	0	81	0	141	90	336	
<i>Lithospermum apulum</i>	7	04	0	0	0	0	0	0	0	283	523	
<i>Mentha pulegium</i>	6	03	51	181	0	0	0	0	86	0	370	
<i>Crucianella angustifolia</i>	3	02	2	0	0	0	0	0	0	0	493	
<i>Thapsia villosa</i>	3	01	0	0	0	0	0	0	0	0	493	
<i>Trifolium angustifolium</i>	2	01	0	0	0	0	0	0	0	0	740	

Légende	
T.A. : <i>Tetraclinis articulata</i>	S.T. : <i>Stipa tenacissima</i>
Q.R. : <i>Quercus rotundifolia (=Q.ilex)</i>	Ph. An : <i>Phillyrea angustifolia</i>
J.O. : <i>Juniperus oxycedrus</i>	I.M. : Information mutuelle
R.T. : <i>Rosmarinus tournefortii</i>	P.H. : <i>Pinus halepensis</i>
J.T. : <i>Juniperus turbinata</i>	FreEsp : Fréquence de l'espèce
	Q.C. : <i>Quercus coccifera</i>

STRATIFICATION VERTICALE		← DEGRADATION						
≥16 m	6	Forêt haute peu dense à dense						
[10 à 16 m [5	Forêt moyenne très peu dense à peu dense			DEGRADATION			
[7 à 10 m [4	Forêt moyenne claire à très peu dense						
[4 à 7 m [3	Matorral haut clair à très clair						
[0,5 à 4 m [2	Matorral haut clair à très clair						
< 0,5 m	1	Matorral bas Clair à très clair et steppe claire						
0		Très clair 1 < 12,5%	Clair 2 (12,5% à 25%)	Très peu dense 3 (25 à 35 %)	Peu dense 4 (35 à 50 %)	Dense 5 (50 à 75 %)	TR2S dense 6 (> 75 %)	Stratification horizontale

Figure 22 : Classification des formations végétales du semi- aride algérien de la plus dégradée vers la mieux conservée.(Diagnose)

**PEDODIVERSITE ET DESERTIFICATION
CAS DE OGLET ED DAIRA**

Gaouar A.

Université deTlemcen

RESUME

La diversification de la couverture pédologique à Oglet ed Daira (W Naama, commune de Benkhellil, Ouest Algérien) a été diagnostiquée en parallèle avec la répartition des groupements végétaux.

Un essai de classification des sols a été fait, en se basant sur la classification écologique française (Duchauffour).

Il reste cependant à préciser avec les outils de laboratoire les traits pédologiques, permettant un meilleur diagnostic des groupes et sous groupes des sols.

A priori, il semblerait que le trait pédologico-sédimentaire déterminant est général, soit l'**arénisation**. Celle-ci relativement récente (quelques dizaines d'années) a influencé le sol, mais aussi la redistribution des groupements végétaux.

Chronologiquement, nous pensons qu'il y a eu :

- 1) FERSILLITISATION puis,
- 2) formation de SIROSEM et enfin,
- 3) ARENISATION.

La sodisation (?) avec formation de Takyr est un trait pédologique intra zonal liée aux Oglet (Dayas) desséchées.

Située naguère dans l'étage bioclimatique semi-aride moyen, depuis plus de 30 années l'aridification, progressive et rapide, a marquée cette région. Des conséquences sur les sols et la couverture végétale s'en sont suivies.

Mots clés : *Arénisation, sols de Oglet ed Daira, classification des sols arides.*

LES RESSOURCES FLORISTIQUES SPONTANÉES DE L'ENVIRONNEMENT OASIEN. UNE BIODIVERSITÉ À PRÉSERVER

Chehema A.¹ & Djebbar M.R.²

¹Laboratoire de recherche Bioressources sahariennes, protection et valorisation.

Université d'Ouargla, (Algérie). Email : achehema@caramail.com / chehma@cirad.fr

²Département de Biologie, Université d'Annaba, (Algérie).

RESUME

L'oasis est une composante vitale du Sahara, qui est le plus grand des déserts. Ce milieu désertique est caractérisé par des conditions édapho - climatiques très contraignantes à la survie spontanée des êtres vivants.

Malgré ces conditions environnementales très rudes, il existe toujours des zones géomorphologiques offrant des conditions, plus ou moins favorables, pour la survie et la prolifération d'une flore spontanée saharienne caractéristique.

Ce couvert floristique est discontinu et très irrégulier. Les plantes utilisent surtout les emplacements où le ravitaillement en eau se trouve un peu moins défavorable qu'ailleurs.

A travers notre étude spatio-temporelle de 5 années (2001-2005), où nous avons mis en évidence l'existence de 6 zones géomorphologiques différentes, nous avons inventorié 130 espèces appartenant à 40 familles, divisées en 45 vivaces et 85 éphémères.

L'étude et la préservation de cette bioressource naturelle est plus qu'indispensable parce que, en plus de leurs utilisations fourragère et domestiques, ces plantes spontanées ont une grande importance écologique, dans le sens où elles offrent les conditions nécessaires à la survie d'une faune caractéristique, tout en constituant une ceinture floristique extérieure aux oasis, indispensable à la préservation de ces sols sahariens, squelettiques et fragiles, contre les différents types d'érosion caractérisant cet écosystème.

Ce travail, met en évidence la diversité floristique spontanée de l'environnement oasien, ses variations spatio-temporelles et son importance environnementale.

Mots clés : Flore spontanée/Biodiversité/Préservation/Environnement/Sahara/ Oasis.

Introduction :

Le Sahara est le plus grand des déserts (7 millions de km²), mais également le plus expressif et typique par son extrême aridité ; c'est à dire celui dans lequel les conditions désertiques atteignent leurs plus grandes âpretés. Le tapis végétal est discontinu et très irrégulier. Les plantes utilisent surtout les emplacements où le ravitaillement en eau se trouve un peu moins défavorable qu'ailleurs [1] et [2]. La végétation des zones arides, en particulier celle du Sahara, est très clairsemée, à aspect en général nu et désolé. Les arbres sont aussi rares que dispersés et les herbes n'y apparaissent que pendant une période très brève de l'année, quand les conditions deviennent favorables [3].

La flore saharienne, apparaît comme très pauvre si l'on compare le petit nombre d'espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre [1]. Par contre, on signale que le nombre de genre est relativement élevé, car il est fréquent qu'un genre soit représenté par une seule espèce [4].

En plus de leur importance écologique et fourragère, ces plantes spontanées ont de multiples usages, pratiqués traditionnellement par la population locale, tant sur le plan pharmaceutique, alimentaire que domestique [5].

Une bonne survie et prolifération de ces ressources biologiques ne peut être que bénéfique pour une meilleure préservation des sols de l'environnement

oasien, réputés squelettiques et très fragilisés par les aléas climatiques très contraignants. Sans oublier que ces espaces constituent la dernière ceinture de lutte contre l'avancée du désert. Cela ne peut se réaliser qu'après une bonne connaissance des caractéristiques floristiques de ces plantes, tant sur le plan systématique, que sur celui de leur répartition dans l'espace et dans le temps.

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail, qui consiste en une étude floristique spatio-temporelle des différentes zones géomorphologiques du Sud-est du Sahara septentrional algérien.

1 - Notion de plantes vivaces et plantes éphémères

Selon leur mode d'adaptation à la sécheresse des plantes sahariennes sont divisées en deux catégories [1] :

11 - Les plantes éphémères :

Appelées encore "*achebs*", n'apparaissant qu'après la période des pluies et effectuent tout leur cycle végétatif avant que le sol ne soit desséché. Elles sont fort capricieuses et n'occupent que sporadiquement et fugacement le terrain [6 et 7]. La longueur de ce cycle est très variable d'une espèce à l'autre et dure généralement de un à quatre mois.

12 - Les plantes permanentes ou vivaces :

L'adaptation met ici en jeu, à côté de phénomènes physiologiques encore mal connus, un ensemble d'adaptations morphologiques et anatomiques qui consistent surtout en un accroissement du système absorbant et en une réduction de la surface évaporante. Ce type de végétation demeure constamment et est moins sujete aux variations saisonnières [6] et [8]. Il constitue le seul couvert végétal, toujours disponible, même en été [7] et [9].

2- Les différentes zones géomorphologiques de la flore

A travers notre étude spatio-temporelle, nous avons pu mettre en évidence l'existence de six zones géomorphologiques différentes, réparties en :

21 - Sols sableux, qui renferment les cordons dunaires et les autres types de zones ensablées. Ce sont les plus représentatifs des régions sahariennes [10].

22 - Regs, qui sont de grandes surfaces planes à fond limoneux ou graveleux.

23 - Sols rocailleux, représentés par les Hamadas, qui sont de grands terrains plats à fond rocailleux et de collines, qui sont des petites montagnes rocheuses.

24 - Dépressions, qui sont des Dayas (dépressions fermées).

25 - Sols salés, constitués dans notre cas, essentiellement de sols humides (sebkha) et inondés (chotts).

26 - Lits d'Oued, qui sont des dépressions ouvertes d'écoulement d'eau de pluie, et qui, suivant leurs emplacements peuvent avoir des fonds sableux ou rocailleux. Ils représentent les endroits les plus favorables à la survie de la flore.

3- Etude floristique

A travers les différents relevés floristiques effectués nous avons recensé 130 espèces, appartenant à 40 familles (Tab. 3), divisées en 45 plantes permanentes (ou vivaces) et 85 éphémères ou *acheb* (Tab. 4).

Il faut noter que sur les 40 familles recensées, 21 ne sont représentées que par une seule espèce. Cependant, 5 familles, respectivement : les *Astéracées*, les *Chénopodiacées*, les *Fabacées*, les *Poacées* et les *Brassicacées* représentent plus de la moitié des espèces inventoriées (Tab. 3).

31 - Distribution temporelle

Du point de vue temporel, il faut noter que si les 44 espèces vivaces recensées sont présentes durant toute l'année, les 86 *acheb* inventoriées ne le sont que partiellement. En effet, les relevés que nous avons effectués nous montrent que la plus grande concentration de ces dernières est observée dans les relevés coïncidant avec la saison printanière avec 74 espèces (86 %). Pendant les autres saisons leur répartition est de l'ordre de 30 espèces (36 %) en hiver, 12 espèces (14 %) en automne et 9 espèces (11 %) en été (Fig. 1). Cette inégalité dans la répartition saisonnière de ces plantes est directement liée à leur mode d'adaptation à la sécheresse [1].

32 - Distribution spatiale

Du point de vue spatial, la répartition des espèces rencontrées varie selon les types de parcours étudiés ; ainsi, nous avons :

- Les lits d'Oued qui sont les plus riches et les plus diversifiés et dans lesquels, nous avons recensé le plus grand nombre d'espèces avec 85 espèces dont 23 vivaces et 62 *acheb* (Tab. 4, fig. 2). Parallèlement, il faut noter que les lits d'oued à fond rocailleux sont beaucoup plus riches que ceux à fond sableux.
- Les dépressions, relativement riches en espèces, où nous avons pu recenser 48 espèces réparties en 7 vivaces et 41 *acheb* (Tab. 5, fig. 2).
- De même pour les sols rocailleux où nous avons inventorié 47 espèces divisées en 13 vivaces et 34 *acheb* (Tab. 6, fig. 2).
- Les sols sableux où nous avons inventorié au total 20 espèces divisées en 10 vivaces et 10 *acheb* (Tab. 7, fig. 2).
- Les regs où nous avons pu recenser 16 espèces avec 8 vivaces et 8 éphémères (Tab. 8, fig. 2).
- Les sols salés qui sont les plus pauvres, avec seulement 6 espèces vivaces. Il faut noter que c'est la seule station dépourvue de plantes éphémères (Tab. 9, fig. 2).

4- Etude quantitative

41- La richesse floristique

L'étude de la richesse totale appliquée aux différentes espèces caractéristiques des six zones géomorphologiques nous a démontré que la répartition des espèces n'est pas la même (Tab. 1).

Tableau 1: Richesse totale des six zones géomorphologiques

		Lits d'Oueds	Dépressions	Sols rocailleux	Sols sableux	Reg	Sols salés
Richesse totale (S)	Vivaces	23	7	13	10	8	6
	Ephémères	62	41	34	10	8	0
	Total	85	48	47	20	16	6

Le tableau 1 et la figure 1 montrent que ce sont les lits d'oueds qui sont les plus riches et les plus diversifiés, avec 85 espèces de 130 espèces, regroupant ainsi plus de 65 % de la totalité des espèces inventoriées, puis viennent les dépressions avec 48 espèces. Les sols rocailleux avec 47 espèces. Les sols sableux avec 20 espèces. Les regs avec 16 espèces. Et en dernier lieu viennent les sols salés avec 6 espèces seulement. Il faut noter, cependant, que ce sont surtout les plantes éphémères qui font ressentir la différence entre les diverses zones, avec 63 espèces dans les lits d'oueds et aucune espèce dans les sols salés.

La richesse rencontrée dans les lits d'oueds est essentiellement due au fait que ces derniers constituent un milieu favorable relativement pourvu en eau et en alluvions ramenées par les crues, même irrégulières, qui traversent ces zones.

42 - Les fréquences et les taux de recouvrement

Les résultats obtenus relatifs aux fréquences et aux taux de recouvrement des plantes des différents parcours sont regroupés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Recouvrements et fréquences en plantes vivaces des différents zones géomorphologiques

	Sols sableux	Reg	Hamadas	Dépressions	Lits d'Oueds	Sols salés
Taux de Recouvrement	23.28%	6.02%	8.65%	13.56%	22.13%	8.36%
Fréquences	29%	11%	17%	27%	13%	3%

Les valeurs enregistrées pour les différents zones géomorphologiques nous montrent que la fréquence des espèces au niveau des Sols sableux et des Dépressions représentent les taux les plus élevés suivis par les sols rocailleux, les lits d'oueds et les Regs et enfin viennent les sols salés (Fig. 3).

Pour ce qui est des taux de recouvrement des différentes zones étudiées, on remarque, qu'exception faite des Sols sableux [10], il n'y a pas de corrélation entre les valeurs enregistrées avec celles des fréquences (Fig. 3). En effet on note que ce sont les lits d'oueds, avec un taux de recouvrement de 22.13 %, qui viennent en première position, suivis des Dépressions puis des Sols rocailleux et des Sols salés et, en dernier lieu, viennent les Regs.

Cette disproportion entre la fréquence et le recouvrement peut s'expliquer par le fait que parmi les espèces répertoriées dans les différents biotopes, il y a des touffes, des arbustes et même des arbres qui présentent des recouvrements totalement différents.

A cet effet, les Lits d'Oueds sont les parcours les plus riches en arbres (*Tamarix articulata*, *Zizyphus lotus* et des *Retama retam* de très grandes tailles) [1] et [3].

Conclusion :

Au terme de notre étude, il ressort que :

- Il existe six zones géomorphologiques différentes représentant les Sols sableux, les Regs, les Sols rocailleux, les Dépressions, les Sols salés et les Lits d'oueds. Notons que les Sols sableux représentent les parcours les plus répandus de cette région.
- L'inventaire floristique permet de recenser 130 espèces, divisées en 44 plantes vivaces et 86 achebs, appartenant à 40 familles.
- Du point de vue temporel, les 45 espèces vivaces sont présentes pendant tous les relevés effectués, couvrant ainsi toute l'année. Par contre, les 85 espèces éphémères ne le sont que partiellement, avec une grande concentration de présence enregistrée pendant la période printanière, alors que la plus faible concentration est notée durant la période estivale.
- Du point de vue distribution spatiale, la répartition de ces espèces est inégale suivant les différents zones étudiées, où on note que :
 - ☛ les lits d'oueds sont les plus riches avec un total de 85 espèces divisées en 22 vivaces et 63 achebs, suivis,
 - ☛ des Dayas avec 48 espèces divisées en 7 vivaces et 41 *achebs*, puis viennent,
 - ☛ les Sols rocailleux avec 7 vivaces et 34 achebs,
 - ☛ les Sols sableux avec 10 vivaces et 10 achebs, puis
 - ☛ les Regs et avec 8 vivaces et 8 achebs,
 - ☛ enfin, arrivent les Sols salés avec seulement 5 espèces vivaces.
- Pour l'étude quantitative (fréquence et recouvrement), on note que ce sont les lits d'oueds et les sols sableux qui viennent en premier avec, respectivement, des taux de recouvrement de 22.13 % et 23.18 %, suivis des Dayas avec 13.56 %, des sols rocailleux et des Sols salés avec des taux de recouvrement de 8.65 et 8.36 %, respectivement et enfin viennent les parcours de Regs avec 6.02 % de recouvrement.

A travers ces données de terrain, il ressort que :
- Les plantes vivaces constituent la ressources floristique la plus abondante et la plus viable, puisqu'elles sont présentes en permanence quelle que soient les conditions climatiques, contrairement aux éphémères qui ne le sont que partiellement (en saison favorable), lorsque les conditions climatiques le permettent.
- D'un autre coté, la survie et la prolifération de cette phytoressource est confrontée, en plus des conditions climatiques contraignantes, à une dégradation anthropique continue, dont principalement :
 - ☛ Arrachage continu des plantes pour usage de bois (telles que : *Retama retam* et *Calligonum azel*) et comme plantes fourragères

(surtout, *Stipagrostis pungens*) ; d'ailleurs la vente de ses produits se fait régulièrement dans les marchés locaux.

- ☛ Exploitation anarchique du sable utilisé pour l'urbanisme, surtout au niveau des lits d'Oueds où il se creuse de véritables tranchées au dépend du couvert floristique.
 - ☛ Surpâturage des troupeaux ovin et caprin aux niveaux des lits d'oueds et des dépressions qui, en plus de la surexploitation floristique, provoque une dégradation des sols par piétinement de leurs sabots, contrairement aux camelins qui sont beaucoup plus adaptés à ces types de pâturages par leur comportement alimentaire adéquat et la morphologie des pieds (présence de soles) non piétinante.
 - ☛ Abandon de très grandes surfaces de terres mises en valeur pour une exploitation agricole, etc.
- Donc la préservation de cette ressource est plus qu'indispensable pour une meilleure fixation des sols sahariens, très squelettique et très sujette à l'érosion éolienne.
- Pour ce faire, on recommande les actions suivantes :
- ☛ Appliquer rigoureusement la loi interdisant l'arrachage des plantes spontanées.
 - ☛ Réglementer l'exploitation des parcours camelins sahariens.
 - ☛ Réglementer raisonnablement l'exploitation du sable des lits d'Oueds.
 - ☛ Raisonner et étudier les choix de terres pour mise en valeur agricole durable, de telle sorte à ne pas briser ces écosystèmes très fragiles.
 - ☛ Etudier les possibilités de reboisement des zones écologiques favorables, à l'instar de ce qui se fait dans la steppe, etc.
- Enfin, l'aboutissement et la réussite de toute action dans ce sens, doivent impérativement passer par le regroupement des efforts d'équipes pluridisciplinaires, afin de cerner les problèmes dans leur globalité, conformément aux réalités et aux exigences du terrain.

Bibliographie

- [1] **OZENDA.P.**, (1991) : Flore du Sahara. (3^{ème} édition, mise à jour et augmentée). Paris, Editions du C.N.R.S, 622 p.
- [2] **LE HOUEROU H. N.**, (1990) : Définitions et limites bioclimatiques du sahara. Sécheresse, 1 (4) : 246-259.
- [3] **SCHIFFERS H.**, (1971) : Die Sahara und ihre randgebiete. Ed Weltforum Verlag-Munchen, 674 p.
- [4] **HETZ A.**, (1970) : La végétation de la terre. Ed. MASSON & C, Paris 133p
- [5] **CHEHMA A.**, (2006) : Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Laboratoire de protections des écosystèmes en zones arides et semi arides. Université de Ouargla. Ed ; Dar El Houda. 146 p.
- [6] **BARRY J. P.**, **CELLES J. C.** et **MANIERE R.**, (1981) : Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques du sahara algérien. III – analyse de la

végétation de la région d'In Salah et de Tamanrasset. *Naturalia monspelensia*, sér. Bot., (44) : 1-48 et cartes

[7] **CHEHMA A., DJEBAR M. R., HADJAJI F. et ROUABEH L.**, (2005) : Etude floristique spatiotemporelle des parcours sahariens du Sud-Est algérien. *Sécheresse*; 16 (4), pp. 1-11.

[8] **GAUTHIER-PILTERS H.**, (1969) : Observations sur l'écologie du dromadaire en moyenne Mauritanie. Extrait du bulletin de l'IFAN, série A. n°4.

[9] **CHEHMA A.**, (1987) : Contribution à la connaissance du dromadaire dans quelques aires de distribution en Algérie. Mémoire d'ingénieur INA El Harrach, 83p.

[10] **CHEHMA A., GAOUAR A., SEMADI A. et FAYE B.**, (2004) : Productivité fourragère des parcours camelins en Algérie : cas des pâturages à base de Drinn " *Stipagrostis pungens*". Sciences & Technologie, Université Mentouri - Constantine, n° 21 C, pp. 45-52.

Annexes

Tableau 3 : Espèces inventoriées suivant les différentes familles

Aizoon canariense	AMARYLIDACEAE <i>Pancreatium saharae</i>	APIACEAE <i>Ammodaucus leucotricus</i> <i>Ferula vesceritensis</i> <i>Pituranthos chloranthus</i>	APOCYNACEAE <i>Nerium oleander</i>
ASCELPIADACEAE <i>Pergularia tomentosa</i> <i>Periploca angustifolia</i>	ASTERACEAE <i>Anvillea radiata</i> <i>Artemisia campestris</i> <i>Artemisia herba alba</i> <i>Atractylis delicatula</i> <i>Atractylis serratulloides</i> <i>Bubonium graveolens</i> <i>Calendula aegyptiaca</i> <i>Carduncellus eriocephalus</i> <i>Catananche arenaria</i> <i>Centaurea bimorpha</i> <i>Chamomilla pubescens</i> <i>Chrysanthemum macrocarpum</i> <i>Cotula cinerea</i> <i>Echinops spinosus</i> <i>Ifloga spicata</i> <i>Koelpinia linearis</i> <i>Launea glomerata</i> <i>Launea mucronata</i> <i>Perralderia coronopifolia</i> <i>Pulicaria crispa</i> <i>Rhanterium adpressum</i> <i>Spitzziella coronopifolia</i>	BORAGINACEAE <i>Arnebia decumbens</i> <i>Echium humile</i> <i>Heliotropium ramosissimum</i> <i>Megastoma pusillum</i> <i>Moltkiopsis ciliata</i> <i>Trichodesma africanum</i>	BRASSICACEAE <i>Diplotaxis acris</i> <i>Diplotaxis harra</i> <i>Eremobium longisiliquum</i> <i>Farsetia occidentalis</i> <i>Malcolmia aegyptiaca</i> <i>Moricandia arvensis</i> <i>Oudneya africana</i> <i>Savignia longistyla</i> <i>Zilla macroptera</i>
CAPPARIDACEAE <i>Capparis spinosa</i> <i>Cleome amblyocarpa</i>	CARYOPHYLLACEAE <i>Pteranthus dichotomus</i>	CHENOPODIACEAE <i>Agathophora alopecuroides</i> <i>Anabasis articulate</i> <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> <i>Atriplex halimus</i> <i>Cornulaca monacantha</i>	CISTACEAE <i>Helianthemum lipii</i>

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

		<i>Halocnemum strobilaceum</i> <i>Halogeton sativus</i> <i>Haloxyton scoparium</i> <i>Salsola baryosma</i> <i>Salsola longifolia</i> <i>Salsola tetragona</i> <i>Salsola vermiculata</i> <i>Sueda fruticosa</i> <i>Traganum nudatum</i>	
<p>CONVOLVULACEAE <i>Convolvulus supinus</i></p>	<p>CUCURBITACEAE <i>Colocynthis vulgaris</i></p>	<p>EPHEDRACEAE <i>Ephedra alata</i></p>	<p>EUPHORBIACEAE <i>Euphorbia cornuta</i> <i>Euphorbia guyoniana</i> <i>Ricinus communis</i></p>
<p>MIMOSACEAE <i>Acacia nilotica</i></p>	<p>FABACEAE <i>Argyrolobium uniflorum</i> <i>Astragalus armatus</i> <i>Astragalus gombo</i> <i>Astragalus gyzensis</i> <i>Genista Saharae</i> <i>Neurada procumbens</i> <i>Ononis angustissima</i> <i>Psoralea plicata</i> <i>Retama retam</i> <i>Trigonella anguina</i></p>	<p>GERANIACEAE <i>Erodium garamantum</i> <i>Erodium glaucophyllum</i> <i>Erodium triangulare</i> <i>Monsonia</i> <i>heliotropioides</i> <i>Monsonia nivea</i></p>	<p>JONCACEAE <i>Juncus rigidus</i></p>

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

LABIEAE <i>Salvia aegyptiaca</i>	LILIACEAE <i>Androcymbium punctatum</i> <i>Asphodelus tenuifolius</i> <i>Dipcadi serotinum</i> <i>Urginea noctiflora</i>	MALVACEAE <i>Malva aegyptiaca</i>	OROBANCHACEAE <i>Cistanche tinctoria</i>
PLANTAGINACEAE <i>Plantago ciliata</i> <i>Plantago notata</i>	PLOMBAGINACEAE <i>Limonastrirum guynianum</i> <i>Limonium sinuatum</i>	POACEAE <i>Crypsis aculeata</i> <i>Cymbopogon</i> <i>schoenanthus</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Panicum turgidum</i> <i>Phragmites</i> <i>communis</i> <i>Stipa tenacissima</i> <i>Stipagrostis ciliata</i> <i>Stipagrostis obtusa</i> <i>Stipagrostis plumosa</i> <i>Stipagrostis</i> <i>pungens</i>	POLYGONACEAE <i>Calligonum azel</i> <i>Calligonum comosum</i> <i>Emex spinosa</i>
PRIMULACEAE <i>Samolus valerandi</i>	RESEDACEAE <i>Randonia africana</i> <i>Reseda villosa</i>	RHAMNACEAE <i>Zizyphus lotus</i>	ROSACEAE <i>Neurada procumbens</i>
RUTACEAE <i>Ruta tuberculata</i>	SCROPHULARIACEAE <i>Linaria laxiflora</i>	SOLANACEAE <i>Datura stramonium</i> <i>Solanum nigrum</i>	TAMARICACEAE <i>Tamarix aphylla</i> <i>Tamarix articulata</i>
TEREBINTHACEAE <i>Pistacia atlantica</i>	THYMELIACEAE <i>Thymelia microphylla</i>	URTICACEAE <i>Forsskaolea tenacissima</i>	ZYGOPHYLLACEAE <i>Fagonia glutinosa</i> <i>Fagonia microphylla</i> <i>Nitraria retusa</i> <i>Peganum harmala</i> <i>Zygophyllum album</i>

Tableau 4 : Espèces inventoriées dans les lits d'oued

Espèces vivaces	Espèces éphémères		
<i>Anabasis articulata</i>	<i>Ammodaucus leucotricus</i>	<i>Datura stramonium</i>	<i>Monsonia nivea</i>
<i>Artemisia campestris</i>	<i>Androcymbium punctatum</i>	<i>Diplotaxis harra</i>	<i>Neurada procumbens</i>
<i>Artemisia herba alba</i>	<i>Anvillea radiata</i>	<i>Diplotaxis acris</i>	<i>Ononis angustissima</i>
<i>Calligonum comosum</i>	<i>Argyrolobium uniflorum</i>	<i>Echinops spinosus</i>	<i>Peganum harmala</i>
<i>Cleome amblyocarpa</i>	<i>Arnebia decumbens</i>	<i>Echium humile</i>	<i>Plantago ciliata</i>
<i>Ephedra alata</i>	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	<i>Emex spinosa</i>	<i>Plantago notata</i>
<i>Genista saharae</i>	<i>Astragalus gyzensis</i>	<i>Eremobium</i>	<i>Limonium sinuatum</i>
<i>Nerium oleander</i>	<i>Atractylis delicatula</i>	<i>longisiliquum</i>	<i>Psoralea plicata</i>
<i>Panicum turgidum</i>	<i>Bubonium graveolens</i>	<i>Euphorbia cornuta</i>	<i>Pteranthus dichotomus</i>
<i>Periploca angustifolia</i>	<i>Calendula aegyptiaca</i>	<i>Fagonia glutinosa</i>	<i>Pulicaria crispa</i>
<i>Phragmites communis</i>	<i>Catananche arenaria</i>	<i>Fagonia microphylla</i>	<i>Ruta tuberculata</i>
<i>Pistacia atlantica</i>	<i>Centaurea bimorpha</i>	<i>Farsetia occidentalis</i>	<i>Salsola longifolia</i>
<i>Pituranthos chloranthus</i>	<i>Chamomilla pubescens</i>	<i>Ferula vesceritensis</i>	<i>Salsola vermiculata</i>
<i>Randonia Africana</i>	<i>Chrysanthemum macrocarpum</i>	<i>Helianthemum lippii</i>	<i>Samolus valerandi</i>
<i>Rantherium adpressum</i>	<i>Cistanche tinctoria</i>	<i>Heliotropium</i>	<i>Savignya longistyla</i>
<i>Retama retam</i>	<i>Colocynthis vulgaris</i>	<i>ramosissimum</i>	<i>Solanum nigrum</i>
<i>Ricinus communis</i>	<i>Convolvulus supinus</i>	<i>Ifloga spicata</i>	<i>Spitzelia coronopifolia</i>
<i>Stipagrostis pungens</i>	<i>Cotula cinerea</i>	<i>Launea glomerata</i>	<i>Stipagrostis ciliata</i>
<i>Tamarix aphylla</i>	<i>Crypsis aculeata</i>	<i>Launea mucronata</i>	<i>Stipagrostis obtusa</i>
<i>Tamarix articulata</i>	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	<i>Linaria laxiflora</i>	<i>Trigonella anguina</i>
<i>Thymelea microphylla</i>	<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Malva aegyptiaca</i>	
<i>Zilla macroptera</i>		<i>Megastoma pusillum</i>	
<i>Zizyphus lotus</i>		<i>Monsonia heliotropioides</i>	

Tableau 5 : Espèces inventoriées dans les dépressions

Espèces vivaces	Espèces éphémères		
<i>Artemisia campestris</i>	<i>Aizoon canariense</i>	<i>Convolvulus supinus</i>	<i>Malva aegyptiaca</i>
<i>Artemisia herba alba</i>	<i>Ammodaucus leucotricus</i>	<i>Cotula cineræ</i>	<i>Molteniopsis ciliata</i>
<i>Pistacia atlantica</i>	<i>Anvillea radiata</i>	<i>Datura stramonium</i>	<i>Monsonia heliotropioides</i>
<i>Randonia Africana</i>	<i>Argyrolobium uniflorum</i>	<i>Diploaxis acris</i>	<i>Monsonia nivea</i>
<i>Rantherium adpressum</i>	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	<i>Diploaxis harra</i>	<i>Plantago ciliata</i>
<i>Retama retam</i>	<i>Astragalus gyzensis</i>	<i>Echium humile</i>	<i>Plantago notata</i>
<i>Zilla macroptera</i>	<i>Atractylis delicatula</i>	<i>Eremobium</i>	<i>Pteranthus dichotomus</i>
	<i>Bubonium graveolens</i>	<i>longisiliquum Farsetia</i>	<i>Pulicaria crispa</i>
	<i>Calendula aegyptiaca</i>	<i>occidentalis</i>	<i>Salsola longifolia</i>
	<i>Catananche arenaria</i>	<i>Halogeton sativus</i>	<i>Salsola vermiculata</i>
	<i>Centaurea bimorpha</i>	<i>Helianthemum lippii</i>	<i>Savignya longistyla</i>
	<i>Chamomilla pubescens</i>	<i>Koelpinia linearis</i>	<i>Spitzelia coronopifolia</i>
	<i>Chrysanthemum</i>	<i>Launea glomerata</i>	<i>Trigonella anguina</i>
	<i>macrocarpum</i>	<i>Launea mucronata</i>	
	<i>Colocynthis vulgaris</i>	<i>Linaria laxiflora</i>	

Tableau 6 : Espèces inventoriées dans les sols rocailleux

Espèces vivaces	Espèces éphémères		
<i>Acacia nilotica</i>	<i>Ammodaucus leucotricus</i>	<i>Erodium triangulare</i>	<i>Moricandia arvensis</i>
<i>Astragalus armatus</i>	<i>Argyrolobium uniflorum</i>	<i>Euphorbia cornuta</i>	<i>Ononis angustissima</i>
<i>Capparis spinosa</i>	<i>Asphodelus tenuifolius</i>	<i>Fagonia glutinosa</i>	<i>Pancreatium saharae</i>
<i>Cleome amblyocarpa</i>	<i>Attractylis delicatula</i>	<i>Fagonia microphylla</i>	<i>Perralderia coronopifolia</i>
<i>Haloxylon scoparium</i>	<i>Attractylis serratuloides</i>	<i>Ferula vesceritensis</i>	<i>Ruta tuberculata</i>
<i>Pituranthos chloranthus</i>	<i>Calendula aegyptiaca</i>	<i>Forsskaolea tenacissima</i>	<i>Salvia aegyptiaca</i>
<i>Randonia Africana</i>	<i>Centaurea bimorpha</i>	<i>Ifloga spicata</i>	<i>Savignya longistyla</i>
<i>Reseda villosa</i>	<i>Cymbopogon schoenanthus</i>	<i>Launea glomerata</i>	<i>Solanum nigrum</i>
<i>Ricinus communis</i>	<i>Dipcadi serotinum</i>	<i>Launea mucronata</i>	<i>Trichodesma africanum</i>
<i>Salsola baryosma</i>	<i>Echinops spinosus</i>	<i>Limonium sinuatum</i>	<i>Urginea noctiflora</i>
<i>Stipa tenacissima</i>	<i>Emex spinosa</i>	<i>Linaria laxiflora</i>	
<i>Traganum nudatum</i>	<i>Erodium garamantum</i>		
<i>Zizyphus lotus</i>	<i>Erodium glaucophyllum</i>		

Tableau 7 : Espèces inventoriées dans les sols sableux

Espèces vivaces	Espèces éphémères
<i>Calligonum azei</i>	<i>Astragalus gombo</i>
<i>Cornulaca monacantha</i>	<i>Fagonia glutinosa</i>
<i>Ephedra alata</i>	<i>Fagonia microphylla</i>
<i>Euphorbia guyoniana</i>	<i>Malcomia aegyptiaca</i>
<i>Nitraria retusa</i>	<i>Moltkiopsis ciliata</i>
<i>Oudneya africana</i>	<i>Peganum harmala</i>
<i>Panicum turgidum</i>	<i>Savignya longistyla</i>
<i>Retama retam</i>	<i>Stipagrostis ciliata</i>
<i>Stipagrostis pungens</i>	<i>Stipagrostis obtusa</i>
<i>Zygophyllum album</i>	<i>Stipagrostis plumosa</i>

Tableau 8 : Espèces inventoriées dans les regs

Espèces vivaces	Espèces éphémères
<i>Anabasis articulata</i>	<i>Agatophora alopecuroides</i>
<i>Atriplex halimus</i>	<i>Androcymbium punctatum</i>
<i>Calligonum comosum</i>	<i>Atractylis serratuloides</i>
<i>Cornulaca monacantha</i>	<i>Carduncellus eriocephalus</i>
<i>Ephedra alata</i>	<i>Savignya longistyla</i>
<i>Limoniastrum guyonianum</i>	<i>Stipagrostis ciliata</i>
<i>Salsola tetragona</i>	<i>Stipagrostis obtusa</i>
<i>Traganum nudatum</i>	<i>Stipagrostis plumosa</i>

Tableau 9: Espèces inventoriées dans les sols salés

Espèces vivaces	Espèces éphémères
<i>Arthrocnemum macrostachyum</i>	Aucune espèce
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	
<i>Juncus rigidus</i>	
<i>Sueda fruticosa</i>	
<i>Tamarix aphylla</i>	
<i>Zygophyllum album</i>	

Figure 1: Répartition saisonnière du taux de présence des espèces éphémères

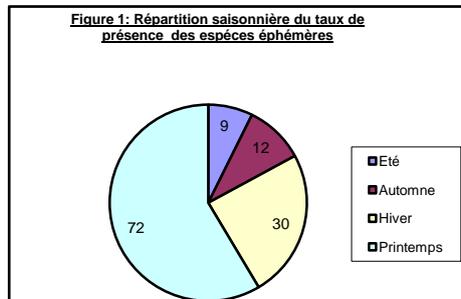
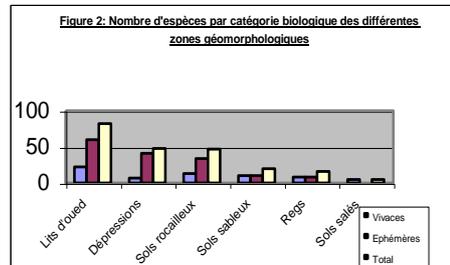


Figure 2: Nombre d'espèces par catégorie biologique des différentes zones géomorphologiques



**CONTRIBUTION A L'ETUDE
DE L'APPORT DE L'IMAGE SATELLITAIRE
A L'INVENTAIRE CARTOGRAPHIQUE ET PHYTOECOLOGIQUE
D'UNE ZONE PRESaharienne DU SUD CONSTANTINOIS**

Hirche A., Boughani A. et Adi N.

Faculté des Sciences Biologiques, USTHB Alger.

a_hirche@yahoo.fr ; a_boughani@yahoo.fr ; adinacer@yahoo.fr

RESUME

Sous l'effet conjugué de la pression anthropique et du climat, la désertification des zones arides va en s'accroissant et constitue un problème pressant et préoccupant.

L'appréhension de ce phénomène passe par le suivi du rythme de la dégradation.

La cartographie, et plus particulièrement l'utilisation de l'image spatiale, s'avère un outil de choix pour le suivi des écosystèmes.

L'inventaire des ressources végétales, fidèle reflet des conditions écologiques, est, en zone aride, particulièrement adapté à l'échelle des images Landsat MSS. En effet, l'image spatiale grâce à son caractère synoptique, sa répétitivité et sa meilleure résolution spatiale se présente comme un outil privilégié. En outre, la nature numérique des données permet une grande souplesse de travail et réduit considérablement les délais d'exécution.

Ce travail porte sur l'apport de la télédétection spatiale dans l'inventaire des ressources phytoécologiques dans une région présaharienne. Cet apport se fera par la comparaison avec des cartes établies de façon conventionnelle, c'est-à-dire en s'appuyant sur l'interprétation des photographies aériennes, avec des images satellitaires du type MSS LANDSAT. Pour cela 86 relevés phytoécologiques ont été réalisés dans la région d'Ouled Djellal (wilaya de Biskra). Chaque site a été renseigné sur le plan pédologique et floristique. De plus des lignes et de coupe de végétation ont été effectuées.

La comparaison des deux méthodes a permis de préciser l'apport de la télédétection notamment dans le tracé des limites qui est très difficile avec les photographies aériennes panchromatiques.

Cependant les images satellitaires restent néanmoins insuffisantes quant à l'utilisation des classifications numériques, aussi bien non supervisées que supervisées. Elles n'ont pas donné entière satisfaction. En effet, la faiblesse du couvert végétal est masquée par la réponse radiométrique du sol. En outre, les réponses entre les thèmes et les couleurs ne sont pas biunivoques. Ceci montre que le travail de terrain reste indispensable pour l'inventaire et la compréhension des écosystèmes présahariens.

Mots clés : *Télédétection. Cartographie. Classifications numériques. Phytoécologie. Ressources naturelles.*

CARTOGRAPHIE DES UNITES PAYSAGERES DE LA REGION DE MECHRIA (1978)

Khoudir S., Traoré Y., Salamani M.

USTHB, Laboratoire d'Ecologie et Environnement, Faculté des Sciences Biologiques,
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger
eco_samdz@yahoo.fr

RESUME

Les études des unités paysagères sont liées aux sensibilités et aux modes de perception de l'espace par l'observateur.

Le paysage est une structuration spatiale définie en fonction d'une thématique : pédologie, géomorphologie, occupation des terres, bioclimat et hydrographie.

L'objectif de cette étude est l'élaboration de la carte des unités paysagères sur la base de cartes thématiques des conditions du milieu et de l'occupation des terres, que nous pouvons considérer comme un produit synthétique, utile pour la compréhension des systèmes et la gestion des espaces et des ressources.

La complexité de l'étude des unités paysagères est rendue possible par l'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG), outils capables de combiner, de découper de superposer et de gérer l'information contenue dans différentes couches géoréférencées.

Cette analyse révèle que les unités steppiques occupent la majeure partie du paysage soit 94 %. Les unités paysagères à *Stipa tenacissima* sont les plus dominantes avec 45 %, suivies de celles à *Lygeum spartum* avec 31 % puis celle à *Artemisia herbaalba* avec 8 %.

Sur le plan géomorphologique, les glacis sont les formes les plus dominantes avec 83 %, suivis des versants avec 12 % et diverses formes géomorphologiques (dépression, formations sableuses) avec 5 % de la surface totale.

Ce document présente un degré d'intérêt plus élevé dans plusieurs domaines. C'est un bon guide d'aménagement d'une région, du fait qu'il met en évidence toutes les corrélations existantes entre les différentes composantes du paysage, dans la surveillance écologique ; car il permet le suivi de la dynamique des écosystèmes naturels, l'évolution de l'utilisation du sol et ses conséquences écologiques. Il permet également la valorisation des parcours, l'établissement des bilans écologiques à partir du fonctionnement évolutif des écosystèmes pastoraux, le suivi de l'évolution de la biodiversité végétale. Ce document est également utilisable dans les études du développement durable, de la prévention et de la lutte contre la désertification, de la biodiversité et du changement climatique global (diminuer l'accélération du processus de désertification par divers aménagements).

LES QUALITES PASTORALES DE L'ARMOISE BLANCHE
(*Artemisia herba alba Asso*)
DES HAUTES PLAINES STEPPIQUES DU SUD ORANAIS
(Algérie occidentale)

Ayad N.¹, Hellal B.², Maatoug M.² et Bendjafar B.³

¹Laboratoire de Recherche en Eco-développement des Espaces Département des Sciences de l'Environnement. Faculté des Sciences. Université Djilali Liabes, Sidi Bel'Abbes. helayad@yahoo.fr

²Faculté des sciences. Université de Tiaret

³Institut National de la Recherche Forestière. Station de Telagh, Sidi Bel'Abbes.

RESUME

L'armoise blanche (*Artemisia herba alba Asso*) est une plante steppique de la famille des composées.

Elle peuple les hautes plaines steppiques oranaises.

Elle constitue un des meilleurs moyens de lutte contre la désertification.

C'est une plante appétible, dont la valeur nutritionnelle est très élevée.

La production pastorale de cette plante présente des variations selon les sites et les conditions climatiques.

Les résultats trouvés montrent que l'armoise blanche constitue une source d'alimentation très importante pour le cheptel

Il ressort de cette étude, que l'armoise blanche, en plus de son rôle écologique, possède une grande valeur nutritionnelle, à savoir : aliment de substitution pour l'élevage du bétail en cas de disette.

**ANALYSE RETROSPECTIVE DES PROJETS
DE PROTECTION ET DE REINTRODUCTION
DU CYPRES DE TASSILI DANS SON AIRE NATURELLE**

Abdoun F.

Laboratoire d'écologie végétale, Faculté des Sciences Biologiques, USTHB. Alger

Email : fatabdoun@yahoo.fr

RESUME

Parmi les 340 espèces végétales connues au Tassili N Ajjer, celle qui a fait sa renommée mondiale et a contribué à son classement par l'UNESCO au patrimoine mondial de l'humanité et comme réserve de la biosphère, c'est, bien évidemment, le Cyprés de Duprez. Endémique du Tassili des Ajjer, *Cupressus dupreziana* est l'unique conifère présent au cœur du Sahara, où il est représenté par 233 arbres encore vivants (Abdoun et Beddiaf, 2002). Sa révélation à la science en 1924, arrive au moment où cette espèce court un danger de disparition certain.

Les causes de ce risque déterminé dès cette époque, sont l'aridification du climat de la région, ne convenant plus à une espèce, identifiée comme étant méditerranéenne.

Dès lors, des projets de réintroduction *ex situ* et *in situ* sont mis en route. Ils constituent des expériences enrichissantes et incontournables pour les futurs projets de reboisement en cette contrée.

Nous nous proposons de présenter une analyse d'une part, rétrospective des projets de réintroduction *in situ* et d'autre part, comparative avec les réintroductions dans le reste de la planète.

I. Rappels historiques

La présence d'un conifère au Sahara central est signalée dès 1860 par l'ornithologue Tristram dans l'Ahaggar, et en 1863 par le géographe Duveyrier au Tassili-n-Ajjer. Il faut attendre, cependant, 1924 pour que cet arbre, nommé *Tarout* par les Touaregs, soit vu et révélé à la science (Cap. Duprez *in* Maire, 1933). Le géologue Kilian (Maire, 1952) rapporta, de son côté, l'information selon laquelle un tronc mort de *Tarout* existerait encore à l'oued Tin Tarabin.

Les premières observations, se limitant à quelques individus, ont conduit les scientifiques à penser qu'il s'agit d'individus reliques. Son utilisation fréquente pour la charpente et la menuiserie dans les oasis de Ghat et de Djanet (Duveyrier, 1864), laissait penser qu'il formait, jadis, une "forêt" considérable sur le versant sud du Tassili. Selon Lavauden (1926), cette forêt serait même en régression rapide depuis le XVII^{ème} siècle. Il attribue sa disparition, non seulement à l'action humaine, mais surtout à l'aridification du climat. D'après ce même auteur, même si germination il y a, les plants ne résisteraient pas à la sécheresse, ne pouvant pas développer assez rapidement leur système racinaire. Ce dernier est considéré comme pivotant et développé de façon à atteindre des nappes d'eau souterraines supposées comme seule explication de la persistance des individus vivants. Ajoutée à cela, l'absence d'embryon dans les graines récoltées (Maire, 1944). C'est ainsi que le cyprés du Tassili fut déclaré (Maire, 1952) : "*espèce en voie de disparition, qui n'est plus guère représentée que par une dizaine d'individus vivants.*"

II. Orientations scientifiques et de sauvegarde

La forêt présumée du cyprès de Duprez a fait l'objet de vaines investigations sur les montagnes de l'Ahaggar et dans les plaines voisines. Le tronc mort attribué au cyprès signalé par Kilian a été retrouvé en 1953 par Quézel (1954) à 1 100 m d'altitude dans l'oued Eghighi, affluent de l'oued Tin Tarabin. L'oued Eghighi est occupé par une forêt-galerie à *Tamarix articulata* de l'étage saharo-tropical au sens de Maire. La présence dans un passé récent d'un cyprès à cette faible altitude contribua à consolider l'hypothèse d'un retrait récent de la flore méditerranéenne (Quézel, 1954). L'assèchement du Sahara qui aurait provoqué ce retrait a été situé à – 2 800 ans (Quézel, 1960).

Par ailleurs, les premières études palynologiques sahariennes (Pons *et al.*, 1957, 1958, Van Campo, 1958, Quézel *et al.*, 1958, 1959, 1962) considéraient que le cyprès de Duprez colonisait les montagnes (Taessa dans l'Ahaggar à 2 000 m d'altitude), mais aussi les plaines sahariennes (la daya de M'rara au Nord-ouest du grand erg oriental à 100 m, ou le Borkou à 250 m), dans un passé estimé dans un premier temps, vers le néolithique, puis repoussé au pléistocène (Quézel et Barbero, 1993).

Ces hypothèses paléobotaniques, devenant dogmatiques, ont influencé l'orientation des études scientifiques, mais aussi des essais de réintroduction de cette espèce, ignorant son comportement dans son environnement. Le massif tassilien n'étant pas à ce jour, complètement prospecté.

III. Essais de réintroduction

Les premiers plants issus de la germination de graines sont ceux obtenus par Maire en 1943 à l'université d'Alger. Plantés en face, au laboratoire de Botanique, les deux arbres sont morts en 1964 (Barry *et al.*, 1970). Deux autres arbres ont été plantés par Quézel en 1961, au jardin mexicain de cette même université. Actuellement (1998), ils atteignent respectivement 1,33 m et 1,37 m de circonférence à 1,30 m.

Les récoltes de Leredde en 1949, 1952 et celles de Laferrère entre 1959 et 1961 ont contribué largement à la dispersion de cette espèce, non seulement en Algérie, mais aussi en France, au Liban, etc.

Dans la palmeraie de Djanet, parmi de nombreuses espèces arborescentes introduites au jardin du Beylik (fig. 1) : arganier, arbousier, robinier, peupliers, divers cyprès, etc., on trouvait, en 1960, une soixantaine de plantules de cyprès de Duprez. L'auteur de ces essais de germination, Laferrère (1961) notait lui-même : « *Les plants de Cupressus dupreziana ont été introduits avec l'arrière pensée d'obtenir un hybride de C. dupreziana et de C. arizonica, réunissant les remarquables capacités de résistance et d'adaptation aux conditions du désert des deux espèces, ajoutant l'avantage de la rapidité de croissance de C. arizonica au stade juvénile. Toutefois, les observations enregistrées sous le climat de Djanet montrent assez que cette hybridation apparaît malaisée, voire impossible sans recourir aux moyens du laboratoire. En effet, les pollens de C. arizonica apparaissent dès octobre et jusqu'en novembre, tandis que c'est en février-mars seulement que fleurit le cyprès de Duprez.* ».

Ces plantules, issues de graines semées en février atteignaient en avril, 6 cm de hauteur. Le taux des levées fut très faible (3 %). Au mois de mai, il restait 41 plants et 24 seulement en septembre.

À partir du début des années 1970, l'intérêt pour le cyprès du Tassili rentre dans une nouvelle ère, celle de sa réintroduction *in situ* et son utilisation dans les reboisements.

Depuis la mission Grim 1971-1972 (Grim, 1992, notice forestière brève, inédite), un agent de l'INRF (Institut National de Recherches Forestières) à Djanet : Ahmed Khadraoui est chargé de récolter annuellement des graines de *Tarout*. Ces graines alimentent les pépinières de cet Institut qui produisent les plants utilisés dans les reboisements comme ceux du Barrage vert.

Une plantation à Moudjbara dans l'Atlas saharien a reçu, vers 1973, des plants du Cyprès du Tassili. L'étude de leur comportement réalisée par Dalichaouch (1982) a abouti aux résultats suivants :

- un taux de mortalité de 43 %,
- un accroissement annuel moyen en hauteur de 9,36 cm/an,
- près de 30 % des arbres vivants sont rabougris, les traces de broutage y sont visibles.

Cet auteur conclut que la croissance des arbres est faible et que les potentialités de l'espèce ne se sont pas exprimées, en raison d'un pâturage intensif.

À Toulouse, les semis plantés au début des années 1950, se sont bien développés et ont montré qu'en plus de leur résistance à la sécheresse (Gausson, 1952, 1968), ils ne craignaient pas le gel (Gausson, 1961, Allemand *et al.*, 1985). Au Liban, deux cyprès plantés en 1953 par l'Abbé de Tarade, ont fructifié et leurs graines ont germé en 1968 (Laferrère, 1969). Trois arbres issus de ces graines et plantés à Canberra (Australie) entre 1975 et 1978, sont en très bonne santé végétative (Ken Eldridge, comm. Pers., juin 2006). Dans l'objectif d'améliorer *Cupressus sempervirens*, Franclet (1967) proposait la constitution de plantation de *C. dupreziana* pour disposer de matériel génétique. Les premiers essais de reproduction végétative ont été tentés par cet auteur qui a réussi à greffer des boutures de *C. dupreziana* sur *C. sempervirens*.

Par ailleurs, le bouturage fut expérimenté en ajoutant de l'acide indole butyrique qui aurait favorisé la formation de racines dans 80 % des cas (Hrib *et al.*, 1984, 1989).

Aux USA, Rob Nicholson (1997, 1999, comm. pers.) a essayé de disperser le cyprès dans les jardins botaniques et jardins d'enfants de plusieurs États, à partir de 75 graines récoltées à Tamghit en 1985. Ce maigre lot a donné 4 plants à partir desquels des bouturages ont été réalisés avec succès.

En 1975, un projet de réintroduction *in situ* du cyprès a été entamé. En cette même année, des graines récoltées à Tamrit notamment, ont été semées en partie à Djanet. Des levées ont eu lieu au bout de 6 semaines

en novembre 1975 (Smerak *et al.*, 1975). Les 12 individus issus de cette expérience ont vécu jusqu'en 1992 au jardin de l'ancien bâtiment de l'OPNT. Le reste des graines mis en élevage à Prague (Tchéquie) a donné une centaine de semis correspondant à un taux de germination de moins de 1 % avec traitements. L'INRF obtenait un taux de germination supérieur à celui de l'équipe tchèque, mais il reste toutefois faible, 1 à 5 % environ (Müller, 1981). Notons cependant que, pour le cyprès sempervirent, le taux de germination de graines récoltées dans des peuplements naturels varie de 2 à 7 % (Papageorgiou *in* Bouroulet, 1994).

En 1981, 70 plants âgés de 6 ans ont été ramenés à Djanet. Cette opération fut baptisée "Expédition Tarout 1981" (Dobry *et al.*, 1989, Hoffmeisterova *et al.*, 1995). Les semis ont trouvé place dans les jardins de la palmeraie et ceux des édifices publics comme la mairie ou la polyclinique. Une quinzaine d'entre eux a été planté au pied de l'Akba de Tafilalet, avec un dispositif renforcé de protection contre le pâturage. En ce lieu existait un poste de surveillance tenu par les agents de conservation de l'OPNT (Office du Parc National du Tassili). De ce fait, l'arrosage a été paraît-il régulier (une fois par mois) pendant les trois premières années, puis de moins en moins. Leur dépérissement serait survenu suite à un été où l'unique voiture de l'OPNT (à l'époque) est tombée en panne. Le choix du site peut être mis en cause. En effet, il s'agit d'une butte granitique surélevée par rapport au lit de l'oued, et se trouve justement sur un lieu de passage (la Akba Tafilalet) ce qui augmente les risques de dégradation. Les 12 cyprès germés en 1975 à Djanet étaient alignés en une rangée serrée. En 1982, des mesures ont été effectuées sur ces arbres.

Les résultats consignés dans le tableau I permettent de constater la bonne croissance de ces cyprès pendant 7 ans. Cependant, deux de ces arbres étaient en très mauvais état : tronc gonflé, base des rameaux de couleur brunâtre, gonflée et éclatée par endroits (Dalichaouch, 1982). Ces arbres ont fleuri à partir de 1990 et seules des fleurs mâles furent observées, les derniers ont dépéri entre 1992 et 1993 (M.-F. Maka, comm. pers.).

**Tabl.
des
cyprès
plantés
à
Djanet**

N°	V (dm ³)	C b (cm)	C 1 m (cm)	C 1,75 (cm)	H (m)
1	3,4	21,8	13,8	10,2	3,5
2	2,9	18,5	13	10	3,4
3	1,64	15	10,2	7,6	3,07
4	7,05	25,7	19	15,8	4,12
5	5,34	24	17,2	11,7	3,58

I : Mesures effectuées en 1982 sur

V : volume ; Cb : Circonférence à la base
 C 1 m : circonférence à 1 m du sol
 C 1,75 m : Circonférence à 1,75 m du sol
 H : hauteur

Source : Dalichaouch (1982)

6					
7	3,87	19,5	14,5	11,5	3,75
8	6,34	24,5	19	14	4,22
9	2	16,3	10,5	10	3,4
10	3,84	21,2	14,2	11,8	3,71
11	4,1	22,3	15,7	10,8	3,8
12	3,15	20	12,8	9,8	3,8

En 1990, une seconde expédition a été organisée grâce aux efforts de Radka Hoffmeisterova, avec 150 plants qui furent ramenés de Prague à Djanet. Cette fois-ci, pour un meilleur suivi, les jeunes cyprès ont trouvé place dans des jardins de particuliers à Iherir, Zawatallaz (Bordj-El-Haoues ou Fort Gardel), Essendilène. En revanche, trois plants ont été placés à côté du cyprès n° 1 à Tamrit dans l'espoir que les agents de conservations de l'OPNT en prendraient soin (Hoffmeisterova *et al.*, 1995). Une crue de l'oued les aurait emportés.

À la fin de l'année 1997, nous avons visité deux jardins à Iherir où poussaient 3 cyprès de 45 cm de circonférence en moyenne et 3 à 4,5 m de hauteur. Ces 3 jeunes arbres ont été étêtés car ils présentaient les mêmes symptômes de dessèchement que nous avons observé auparavant à Djanet. Il nous a semblé à cette époque que ce traitement a arrêté leur étiolement, il faudrait cependant renouveler l'observation pour le confirmer ou l'infirmer.

Plus récemment (juin 2002), un des derniers cyprès vivant parmi le lot de 1981 et qui fut planté au jardin de la mairie de Djanet par le premier ministre (M. Réda Malek) de l'époque, a été abattu pour laisser la place à une construction. Il était en très bon état de santé (fig. 2 a, b).

IV. Définition des menaces réelles encourues par le cyprès

Les prospections récentes de terrain et les travaux de laboratoire (Abdoun, 1999 ; Abdoun et Beddiaf, 2002 ; Abdoun, 2002, Abdoun *et al.*, 2005), ont permis entre autre de :

- découvrir des jeunes arbres issus de germinations naturelles,
- définir l'aire de répartition géographique,
- déterminer, par dendrochronologie, les âges et les vitesses de croissance radiale,
- démontrer, par analyse anthracologique, que le tronc mort de Tin Tarabin n'est qu'un bois d'*Acacia albida*, et l'absence de charbon de bois de cyprès, des paléosols examinés, en dehors de son aire actuelle.

Nous pouvons conclure à la lumière de ces apports, que le cyprès de Duprez est bien adapté au climat actuel du Tassili. L'existence de jeunes arbres issus de germinations naturelles récentes au Tassili et qui sont en croissance continue (observations en 1997, 2001, 2006), nous invite à abandonner les dogmes anciens et prendre en considération les

potentialités effectives de cette espèce.

Depuis l'inventaire de la flore du Tassili des Ajjers en 1949/1952 par C. Leredde, les études de la flore et la végétation de ce massif demeurent rares, ponctuelles et sporadiques.

L'étude de cet arbre (*cupressus dupreziana*), rescapé de la désertification, nous a offert la possibilité de revoir les connaissances admises à son sujet et d'apporter quelques éclairages sur les contradictions relevées dans la littérature et les multiples interrogations qu'il a suscitées et qui sont restées en suspens.

L'élagage effectué à la lumière des résultats obtenus, permet désormais, de réfléchir sobrement aux problèmes de protection et de mise en valeur de cet arbre remarquable.

Hormis son intérêt économique évident sur le plan du tourisme, il est d'autres objectifs importants à long terme et qui relèvent du témoignage que peut apporter cet être vivant sur les variations climatiques holocènes d'une part, et sur les prouesses physiologiques, biologiques et écologiques qu'il a dû accomplir pour s'adapter à un environnement changeant depuis le pléistocène d'autre part.

Nos recherches sur le cyprès embrassaient plusieurs aspects écologique, dendrochronologique, anthracologique, historique et socioéconomique.

Elles nous ont amené à conclure que le seul véritable danger immédiat qui peut mener le cyprès du Tassili à sa disparition dans son aire naturelle réside dans l'imprévoyance humaine. Cette dernière est démontrée par l'impact d'un demi siècle d'exploitation touristique motivée le plus souvent uniquement par le gain. Les objectifs de développement économique et, *a fortiori*, le souci de durabilité de ce développement doivent s'appuyer sur des études pluridisciplinaires, approfondies, minutieuses et menées sans idées préconçues ni opportunisme dans le seul but de mettre la lumière sur ces doyens des êtres vivants, de les préserver et de les revaloriser. Ce qui ne saurait se faire que par une entreprise globale en donnant au savoir populaire sa véritable place et en impliquant impérativement la population locale par un rôle actif à tous les niveaux de la réflexion à l'action.

Bibliographie

Abdoun F., 1999 : La population du cyprès du Tassili en voie de disparition. *Symbiose*, 7 : 23-29.

Abdoun F., 2002 : Etude de la dynamique spatiotemporelle des populations de *cupressus dupreziana* A. Camus au Tassili n'Ajjer, Algérie. Thèse doctorat, Marseille, 171 p.

Abdoun F. et **Beddiat M.**, 2002 : *Cupressus dupreziana* A. Camus : répartition, dépérissement et régénération au Tassili n'Ajjer, Sahara Central. *Comptes Rendus Biologies* 325 : 617-627.

Abdoun F., **Jull A. J. T.**, **Guibal F.**, **Thinon M.**, 2005 : Radial growth of the Sahara's oldest trees : *Cupressus dupreziana* A. Camus. *Trees* 19, 6 : 661-670.

Allemand P., **Auge P.**, **Ferrandes P.**, **Birost Y.**, 1985 : Premiers enseignements des effets du froid de janvier 1985 sur les espèces forestières étudiées en arboretums et en plantations comparatives de provenances en région méditerranéenne française, Forêt méditerranéenne,

VII, 1 : 85-90.

Barry J. P., Belin B., Celles J.C.I., Dubost D., Faurel L., Hethener P., 1970 : Essai de monographie du *Cupressus dupreziana* A. Camus cyprès endémique du Tassili des Ajjer (Sahara Central), Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord. 61, 112 : 95-178, Alger. Trav. Labo. Forest. Toulouse, T.I, Vol. IX, Art. II, 1973.

Bernard F., 1949 : Une mission scientifique au Tassili des Ajjer, Sahara Central. Documents Algériens, Séries Monographies, 10 p.

Bouroulet F., 1994 : Contribution à l'étude de la forme du cyprès méditerranéen (*Cupressus sempervirens* L.) : variabilité génétique, architecture et modélisation de la croissance et de la ramification. Thèse Doc., INA Paris-Grignon, 261 p.

Dalichaouch N., 1982 : Etude de 3 plantations de cyprès dans le semi-aride : *Cupressus dupreziana* A. Camus et *Cupressus arizonica* Greene à Djalfa (Moudjbara) et Aïn Oussara (Benhar et Draa-Souari), mém. Ing. Agr., INA, Alger, 94 p.

Dobry J., Kyncl J., 1989 : *Cupressus dupreziana* – Ohrozeny jehlicnan strelitz sahyary, Lesnictvi, 35, 4 : 371-384.

Duveyrier H., 1863 : Note sur les Touareg et leur pays, Bull. Soc. Géogr., 5, 5 : 102-125.

Duveyrier H., 1864 : Les Touareg du Nord, Challamel édit. Paris. 499 p.

Francllet A., 1967 : Une méthode de greffage du *Cupressus dupreziana* sur *Cupressus sempervirens*, Rev. Forest. Fr., 5 : 338-342.

Gaussen H., 1952 : Les résineux de l'Afrique du Nord. Ecologie, Reboisement. Rev. Intern. Bot. Appl. Agric. Trop., 361-362, 505-552, 508-509, 523.

Gaussen H., 1961 : À propos du cyprès des Ajjers son intérêt forestier, Rev. Forest. Fr., 2 : 98-102.

Gaussen H., 1968 : La résistance à la sécheresse des arbres xérophiles, Rev. Forest. Fr., 1 : 15-19.

Hoffmeisterova R., Dobry J., 1995 : Will the Tassili population of *Cupressus dupreziana* survive ? Proceedings of the Eco-Conference on Africa, held in Prague (Czech Republic), 183-187.

Hrib J., Dobry J., 1984 : An explant culture of Tassilian cypress *Cupressus dupreziana* A. Camus, Forest Ecology and Management, 8 : 235-242.

Hrib J., Kralik, J., Hradilik, J., 1989 : Propagation of the threatened Tassilian cypress *Cupressus dupreziana* (A. Camus) by cuttings, Acta Universitatis Agriculturae, Cisló 1-2 65-68.

Kilian C., 1925 : Au Hoggar, Mission de 1922. Paris, 190 p.

Laferrère M., 1961 : Compte rendu sur les essais de graines effectuées durant la saison 1960 dans la palmeraie de Djanet, service de la colonisation et de l'hydraulique de l'Algérie, rapport inédit.

Laferrère M., 1969 : À propos du cyprès du Sahara planté à Sénanque, Le Saharien, 53, III et IV, pp.7-10.

Lavauden L., 1926 : Sur la présence d'un cyprès dans les montagnes du Tassili des Azdjers. C.R. Acad. Sc., Paris, 182 : 541-543.

Leredde C. 1957 : Etude écologique et phytogéographique du Tassili n'Ajjer, II, Inst. Rech. Sahar., Alger, 455 p.

Maire R., 1933 : Etude sur la flore et la végétation du Sahara Central, Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, Mission du Hoggar 2 : 1-272.

Maire R., 1944 : Sur la fructification du *Cupressus dupreziana* A. Camus, du Tassili n'Ajjer, Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 35, 2 : 12.

Maire R., 1952 : Flore de l'Afrique du Nord, Lechevalier édit., Paris, I, 366 p.

Müller M., 1981 : Rapport de la mission au Parc National du Tassili à l'occasion de l'expédition Tarout, archives OPNT, Djanet, ronéo, 4 p.

Pons A., Quézel P., 1957 : Première étude palynologique de quelques paléosols sahariens, Trav. Inst. Rech. Sahar. Univ. Alger, 16 : 15-40.

Pons A., Quézel P., 1958 : Premières remarques sur l'étude palynologique d'un guano fossile du Hoggar, C.R. Acad. Sc. Paris, 244 : 2290-2292.

Quézel P., 1954 : À propos d'une mission botanique dans le massif du Hoggar, Bull. Liaisons Sahar., 17 : 107-113.

Quézel P., 1958 : Premières remarques sur l'étude palynologique d'un guano fossile du Hoggar, C.R. Acad. Sc., Paris, 244 : 2290-2292.

Quézel P., 1960 : Flore et palynologie saharienne. Quelques aspects de leur signification biogéographique et paléoclimatique. Bull. IFAN, A, 22 : 353-360.

Quézel P., Barbero M., 1993 : Variations climatiques au Sahara et en Afrique sèche depuis le pliocène : enseignements de la flore et de la végétation actuelles, Bull. Ecol., 24, 2-3-4 : 191-202.

Quézel P., Martínez Cl., 1959, Le premier inter pluvial au Sahara central. Essai de chronologie palynologique et paléoclimatique, Libya 6-7 : 211-227.

Quézel P., Martínez Cl., 1958, Etude palynologique de deux diatomites de Borkou (Territoire du Tchad, A.E.F.) Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord., 49, 5-6 : 230-244.

Quézel P., Martínez Cl., 1962, Premiers résultats de l'analyse palynologique de sédiments recueillis au Sahara méridional : 313-327, In Mission Berliet-Ténéré-Tchad. Documents Scientifiques, Arts et Métiers graphiques édit., Paris.

Smerak P., Smerakova L. Haagerova-Woltga R., 1975, Expédition Sahara, Rapport ronéo, archives OPNT, Djanet, 12 p.

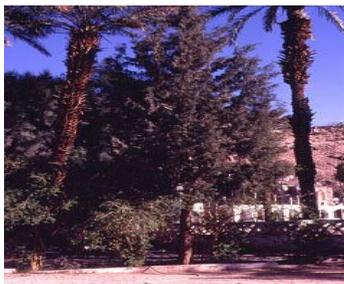
Tristram H. B., 1860, The great Sahara : wanderings south of the Atlas mountains, Murray edit., London, 435 p.

Van Campo M., 1958, Analyse pollinique des dépôts wurmiens d'El-Guettar (Tunisie), Veröff. Geobot. Inst. Rübel, Zürich, 34 : 133-135.

Fig. 1 : Vue sur le Jardin du Beylik (1997)



Fig. 2 a, b : Un cyprès de Duprez planté en 1981 au jardin de la Mairie de Djanet (a) et coupé en 2002 (b).



LES TECHNIQUES DE MULTIPLICATION DE L'ACACIA DANS LES REGIONS ARIDES

Benarar D.¹, Abdellaoui M. S.¹, Oudjiane A.²

¹ Station INRF de Tamanrasset

² Faculté des sciences biologiques et agronomiques de l'université de Tizi Ouzou

RESUME

Les espèces les plus indiquées pour la lutte contre la désertification et l'ensablement sont celles qui présentent les meilleures adaptations au climat aride.

Cependant, il faut au préalable maîtriser leur multiplication en pépinière.

Dans cette optique, des tests de germination et de levée ont été réalisés sur quatre espèces d'Acacia (*A. raddiana*, *A. leata*, *A. Arabica*, *A. albida*) à la station INRF de Tamanrasset.

Les graines de ces espèces ont été récoltées dans leurs stations naturelles du massif du Hoggar.

Ensuite ces graines ont été soumises à des prétraitements chimiques et mécaniques avant leur mise en germination.

De même, le suivi de la croissance racinaire et de la tige a été suivi de Juillet à Octobre en pépinière pour de jeunes plants des quatre espèces.

Nos résultats montrent que le meilleur taux de germination et de levée ont été obtenus chez les graines ayant subi des prétraitements.

Tous les prétraitements n'ont pas la même efficacité en fonction des espèces. Des différences dans la croissance de la racine et de la tige ont été observées chez les quatre espèces.

Mots clés : *Techniques de multiplications, acacia, désertisations, germinations, levée, prétraitements.*

POURQUOI DOIT-ON PROTÉGER L'ARGANIER (*Argania Spinosa* L. Skeel) ?

**Kaid-Harche M.¹, Abouzeid-Zerhouni S.², Cherif H.¹, Salah I.¹,
Errouane Kh.¹ et Fortas Z.²**

¹Département de Biotechnologie Végétale, Faculté des Sciences, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran, Algérie, armoise2001@yahoo.fr

²Université d'Oran Es -Sénia, Algérie, samiagaza@yahoo.fr

RESUME

La population algérienne connaît une progression constante, le nombre d'habitants prévu pour les années 2015 - 2020 est estimé à 50 millions.

Le développement harmonieux de la population et le succès du programme de développement durable sont intimement dépendants de la bonne connaissance des ressources naturelles du pays.

Les ressources phytogénétiques des régions arides algériennes sont peu connues.

L'arganier en est un exemple.

Appartenant à la famille des *Sapotacées*, ce ligneux occupe une place prioritaire pour son huile d'excellente qualité, particulièrement bien exploitée au Maroc.

Nous nous sommes proposés d'étudier ce ligneux en vue de le comparer à la population argane du Maroc et de le valoriser.

1-Matériel et méthodes

Les échantillons qui ont fait l'objet de ce travail proviennent d'arbres spontanés poussant de la région de Tindouf située dans le Sahara (Station I) et d'arbres introduits poussant dans le littoral mostaganemois. (Station II)

Anatomie et histochimie

Des rameaux de l'année (2004) sont prélevés sur des arbres de la station (II) ; des coupes transversales à main levée sont réalisées, puis colorées par le vert de méthyle rouge Congo Langeron (1934) pour la localisation des tissus celluloseux et lignifiés. Les lignines à radicaux syringyls ont été mises en évidence par la réaction au phloroglucinol chlorhydrique (Veisner, 1818) et les radicaux coniféryls par la réaction de Maule (Gibbs, 1958).

Détermination du nombre chromosomique et des organisateurs nucléolaires (NORs) le nombre chromosomique est déterminé sur des apex racinaires des populations algériennes et d'une population marocaine, traitées selon le protocole modifié de Jahier (1992) les

nucléoles sont mis en évidence par la coloration à l'Ag NO₃ selon (Hizume et al. 1980).

Mise en évidence des associations symbiotiques de type mycorhizes. Les mycorhizes sont mises en évidence sur des racines de la station (II), selon le protocole de Fortas (1990).

Culture de l'Arganier : des essais de culture sous serre de l'Arganier à partir de semences prélevées dans la station (I) ont été utilisées. Des essais de culture *in vitro* ont été également réalisés sur des embryons zygotiques ou des microboutures prélevées sur de jeunes rameaux issus de plants obtenus sous serre (Cherief et al., 2005).

2-Résultats discussion

La physiologie de l'Arganier est originale puisqu'il est adapté dans les conditions naturelles à plusieurs stress abiotiques (éolien, hydrique, thermique, sols pauvres, ... Fig. 1). Les observations anatomiques et histologiques montrent la présence de méristèmes secondaires ayant un développement adapté aux conditions de stress. En effet l'activité cambiale produit en continu un xylème à pores diffus lignifié possédant les deux types de radicaux (Fig. 2 et 3). Le parenchyme ligneux est riche en amidon et en grains lipidiques (Fig. 4 et 5). Le phloème secondaire possède des poches de sécrétion retrouvées aussi dans la moelle et l'écorce (6 et 7) appelées laticifères par (Rouhi et al., 2002). La présence de ces structures suggère une activité sécrétoire qu'il serait intéressant d'étudier. Le phellogène directement issu des cellules épidermiques produit du suber et du phelloderme (Fig. 6).

Le nombre chromosomique dénombré chez l'Arganier est $2n = 20$, quelle que soit la population étudiée. Une paire de chromosomes présente une constriction secondaire, ce qui est en accord avec le nombre de nucléoles observées dans les trois échantillons.

L'observation des racines d'Arganier révèle la présence d'endomycorhize à vésicules et à arbuscules (MAV) (Fig. 8), contrairement à la population marocaine où seules des mycorhizes à vésicules et arbuscules ont été signalées (Nouaim et al., 1994).

Les semences d'Arganier germent aisément en serre ; les plants obtenus, âgés de 4 ans mesurent plus de 1 m 50 (Fig. 9). La vitro propagation par embryogénèse zygotique s'est révélée satisfaisante, 66,66 % des embryons cultivés ont formé des rameaux feuillés (Fig. 10). Les rameaux ont aussi initié des feuilles. Mais dans les deux cas nous n'avons pas observé de rhizogénèse, ce qui corrobore les résultats de Cherief et al., (2005).

Par son potentiel remarquable d'adaptation aux conditions difficiles en région semi-aride désertique, l'Arganier peut constituer un modèle très original pour l'étude de l'effet de stress abiotiques sur des ligneux. Une meilleure connaissance de sa biologie pourrait permettre sa culture sur différents types de sols.

Bibliographie

- Cherief H., Salah I., Zerhouni-Abouzeid S. et Kaid-Harche M., 2005 :**
- Essais de vitro propagation de différents explants d'Argania spinosa : embryons zygotiques, bourgeons, feuilles et protoplastes. 1er colloque euro-mediterranean en biologie végétale et environnement, Annaba 28,29 et 30 novembre.
- Gibbs R.D., 1958 :** - The Maule reaction lignin and relationships between woody plants. In "the physiology of forest tree", Ed. KV Thimanna, the Ronald press company, New York, p.269-312.
- Jahier J., Chèvre A. M., Eber F., Delourme R., et Tanguy AM., 1992 :**
- Techniques cytogénétiques végétales. Ed. INRA, Paris.
- Langeron L., 1934 :** - Techniques de microscopie. Ed Masson, Paris.
- Nouaim R., 1994 :** - Ecologie microbienne des sols d'arganeraies : activités microbiologiques des sols et rôle des endomycorhizes dans la croissance et la nutrition de l'Arganier L (Skeel). Thèse de doctorat d'état, Agadir, Maroc, 193p.
- Veisner J., 1878:** – Uber das verholzeten zellmembranen sitzungsber der wiener akad.77, 60-66.
- Rouhi R., Tahrouch S., Mayad H., Alilou H., et Idrissi Hassani L. M., 2002 :**
- Anatomie et phytochimie de l'Arganier. Deuxième colloque international sur les substances naturelles (CISN2), Meknès 20-21 septembre.

**CONTRIBUTION A L'INVENTAIRE DE LA BIODIVERSITE
DES EAUX CONTINENTALES DES
ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES**

Samraoui B., et Samraoui F.

Laboratoire de Recherche des Zones Humides, Université d'Annaba

bsamraoui@yahoo.fr

RESUME

Notre pays recèle de nombreuses zones humides présentant de grandes valeurs écologiques, sociales et économiques. Les importantes ressources naturelles ont besoin d'être gérées de manière rationnelle de façon à conserver toutes leurs valeurs et leurs fonctions car elles ont été considérablement dégradées ou détruites au cours des dernières décennies.

Les chotts et sebkhas d'Algérie sont des écosystèmes qui couvrent de vastes superficies (milliers d'hectares) qui sont sur le plan scientifique, peu connus.

Nous avons entrepris une étude systématique de la biodiversité (milieux, faune et flore) des chotts et sebkhas des zones arides et semi arides.

Plusieurs taxa (oiseaux d'eau, insectes, crustacés) ont fait l'objet de travaux couvrant l'ensemble du pays.

L'adaptation de ces taxa au régime saisonnier de l'hydropériode, à la forte salinité des eaux et aux hautes températures estivales ouvre de vastes perspectives scientifiques et socioéconomiques.

Avant d'étendre l'exploitation durable des sebkhas, pour le moment limitée à l'extraction du sel, il est impératif que notre pays puisse se doter de divers outils favorisant la conservation de ces milieux typiques des zones arides.

**VARIABILITE DES CARACTERES MORPHOLOGIQUES
ET ADAPTATIFS A UNE ÉCHELLE RESTREINTE CHEZ L'ALFA
(*Stipa tenacissima* L.)**

Boudjada S.¹, Harfouche A.² et Chettah W.²

¹ Station De Recherche Forestière Baraki. BP 60 El Harrach

² Institut National de Recherche Forestière (Bainem). BP : 37 Chéraga.
samia_inrf@yahoo.fr

RESUME

Ce travail vise la connaissance et la variabilité de caractères morphologiques et adaptatifs à une échelle restreinte à partir d'un groupe de six provenances chez l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). Les provenances étudiées, ont été expérimentées en pépinière et en champ.

L'ensemble des données soumises à l'analyse statistique (univariables et multivariables) a permis de dégager, à l'échelle de l'aire restreinte, une différenciation entre les provenances uniquement au niveau de la pépinière. Cette dernière ne se confirme pas en champ.

Mots clés : *Alfa, provenances, variabilité géographique, amélioration génétique.*

I/ INTRODUCTION

L'alfa (*Stipa tenacissima* L.) est une graminée vivace constituant de vastes formations steppiques en Afrique du Nord où elle constitue des paysages très familiers dans les Hautes Plaines, entre les deux Atlas Tellien et Saharien.

L'alfa occupe une place importante, aux plans social, économique, culturel et industriel en Algérie. La pression exercée sur cette essence est par conséquent très importante.

C'est ainsi que la surface occupée par cette plante, en Algérie, est passée, en un siècle, de 4 millions d'hectares à deux millions d'hectares. Sa phytomasse totale, qui était évaluée à 6 500 kg de matière sèche/ha en 1968, n'était plus que de 30 kg/ha en 1990. Cette chute brutale et rapide a provoqué un appauvrissement de la diversité floristique, estimé à 60 %.

Les problèmes de dégradation des nappes alfatières ont très vite soulevé le problème de leur régénération. Pour cela des essais de culture d'alfa ont été initiés par plusieurs chercheurs. Bien que ces travaux sont intéressants restent encore insuffisants pour engager avec assurance des programmes de régénération efficaces ; on ne dispose pas de connaissances précises sur la variabilité géographique chez l'alfa.

L'objectif de ce travail vise à explorer l'existence d'une éventuelle différenciation géographique pour des caractères morphologiques et adaptatifs chez l'alfa à l'échelle d'une région de provenances restreintes.

II/ MATERIELS ET METHODES

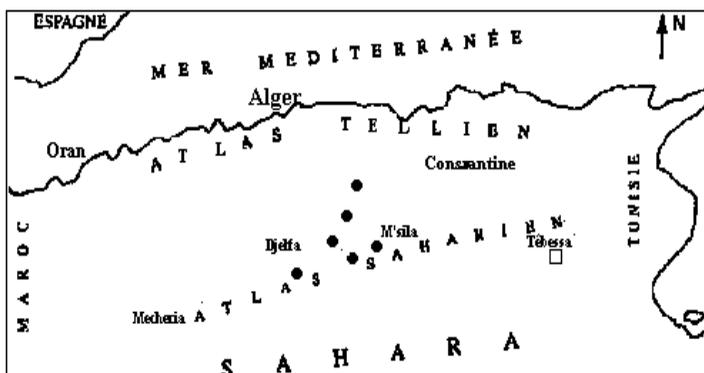
1- Échantillonnage de provenance

Six provenances ont été récoltées dans les régions s'étendant de la wilaya de Djelfa à la wilaya de M'Sila. La récolte a été réalisée en juin-juillet 1995.

Tableau 1 : Caractéristiques des provenances

Provenance	Lieu dit	Wilaya	Latitude	Longitude	Atitude (m)	Bioclimat
Oued Sdar	Oued Sdar	Djelfa	34°40'	3°17'E	1139	Semi aride froid
Sidi Amer	Z'Mira	M'sila	35°15'	3°54'E	1100	Aride Frais
Meguessem		M'sila	35°22'	3°55'E	966	Aride frais
Medjedel	Rached	M'sila	35°02'	3°48'E	827	Aride frais
El Hamel	Z'bech	M'sila	35°12'	4°06'E	1052	Aride tempéré
Mergueb		M'sila	35°27'	3°27'E	697	Semis-aride frais

Fig 1 : Localisation de provenances et le site de test Provenance



2- Semis et dispositifs en pépinière

Les semis ont été effectués en pépinière INRF de Baraki (Wilaya d'Alger).

- Le nombre de répétitions par provenance est de 30.
- La disposition des provenances est aléatoire.
- Les semis ont été effectués en septembre-octobre 1998.

3- Expérimentation en champ

Les plants ont été transférés en champ à Saf Saf (W. de Tebessa : 34° 55'Nord, 08° 07'Est, 840 m d'altitude, bioclimat semi-aride frais).

Le type de dispositif est en blocs incomplets à composition aléatoire.

4- Les caractères mesurés en pépinière

- Longueur du plus grand limbe (Lolimb)
- Largeur du plus grand limbe (Lalimb)
- Elancement de la feuille (Lalimb/Lolimb)
- Diamètre à la base du plant (Diam)
- Hauteur de la ligule Hlig)
- Nombre es racines du plant (NRac)
- Longueur de la plus grande racine (LGRac)
- Nombre de nervures du limbe (NNLimb)
- LGRac/LoLimb

5- Les caractères mesurés en champ

- Hauteur du plus grand brin à 1 an (Hgrin1) et 2 ans (Hgrin2)
- Diamètre à la base du plant (Diam 1 et Diam 2)
- Nombre des brins (Nbrin 1 et Nbrin2)
- Survie1 et survie 2

6- Analyses statistiques

Les analyses statistiques utilisées sont :

- Analyse de variance à un facteur (provenance) pour l'essai en pépinière
- Analyse de variance à deux facteurs (bloc, provenance), modèle non orthogonal et non équilibré, pour l'essai en champs
- Corrélation paramétrique entre caractère et variables géographiques.
- Analyse multivariable : AFD (Analyse Factorielle discriminante).

III/ RESULTATS

A – ESSAI EN PEPINIERE

1. Analyse univariable

1.1. Analyse de la variance

Les résultats de l'analyse de variance à un facteur de variation (provenance) montrent un effet provenance significatif pour tous les caractères étudiés à l'exception de l'élancement du limbe (Elimb).

Le nombre de nervures du limbe (Nnlimb) est celui pour lequel la dispersion observée est la plus significative ($F = 20.38$; $p < 0.00001$) (Tableau 2).

Tableau 2. Résultats de l'analyse de variance de l'effet provenance
(Essai en pépinière)

Caractère	Moyenne générale	Minimum	Maximum	F calculé	Probabilité
Lolimb	23.51	19.68	27.26	5.985	0.0004
Lalimb	1.3	0.5	1.5	3.707	0.0032
Elimb	0.03	0.02	0.04	1.994	0.0816
Diam	1.53	1.10	1.84	5.148	0.0002
Hlig	1.12	0.72	1.58	6.602	0.00001
Nnlimb	14.14	7.56	22.53	20.38	0.00000
Nrac	18.50	15.0	23.0	6.253	0.00002
LGRac	22.18	18.43	24.62	3.470	0.0051
LGRac/Lolimb	1.04	0.74	1.30	4.61	0.0005

1.2. Comparaison multiple des moyennes

Pour tous les caractères des parties aériennes et souterraines des plants étudiés en pépinière, la comparaison multiple des moyennes ne met pas en évidence une structuration géographique nette des provenances.

La variation est de type aléatoire pour le diamètre. Les provenances se classent nettement en deux groupes, dont l'un est constitué uniquement de la provenance Mergueb la moins vigoureuse.

Tableau 3. Résultats de la comparaison multiple des moyennes de provenances
(Test de la PPAS de Newman & Keuls où a, b, c, représentent les groupes)

Lolimb (cm)			Lalimb (mm)			Diam (mm)		
Sidi Ameur	27.27	a	Sid Ameur	1.53	a	Meguessem	1.84	a
Oued Sdar	26.23	a	Meguessem	1.46	a b	Medjedel	1.63	a
Meguessem	24.32	a b	Medjedel	1.28	b c	El Hamel	1.62	a
Medjedel	22.35	b c	Mergueb	1.23	b c	Sidi Ameur	1.58	a
El Hamel	21.22	b c	El Hamel	1.10	b c	Oued Sdar	1.43	a
Mergueb	19.68	c	Oued Sdar	0.95	c	Mergueb	1.10	b
Hlig (cm)			NNlimb (mm)			NRac (mm)		
Sidi Ameur	1.58	a	Sidi Ameur	22.5	a	Meguessem	23.0	a
Meguessem	1.41	a b	Medjedel	16.5	b	Medjedel	20.5	a b
Medjedel	1.37	b	Meguessem	16.0	b	El Hamel	18.5	b c
Oued Sdar	0.88	b	Mergueb	11.0	c	Oued Sdar	18.0	b c
El Hamel	0.74	b	El Hamel	11.0	c	Sidi Ameur	16.0	c
Mergueb	0.72	b	Oued Sdar	7.5	c	Mergueb	15.0	c
LGRac (cm)			LGRac/Lolimb (mm)					
Oued Sdar	24.62	a	El Hamel	1.30	a			
Meguessem	23.50	a b	Mergueb	1.17	a			
El Hamel	23.27	a b	Oued Sdar	1.06	a			
Mergueb	21.83	b c	Medjedel	1.01	a b			
Medjedel	21.45	b c	Meguessem	0.98	a b			
Sidi Ameur	18.43	c	Sidi Ameur	0.74	b			

Concernant la vigueur du plant, exprimée par la longueur, la largeur et le diamètre à la base du plant, la provenance Sidi Ameur semble supérieure aux autres provenances. Le rapport LGRac/Lolimb peut être perçu comme une expression d'adaptation différentielle des populations à l'aridité. En effet les provenances ayant les plus grands rapports seraient les plus aptes à résister à des périodes de sécheresse prolongées.

Dans ce cas la provenance Sidi Ameur, qui semble être la plus vigoureuse du groupe présente un rapport bien inférieur à la moyenne ; ce qui ne va pas dans le sens d'une adaptation à l'aridité.

1.3. Corrélation entre caractères et variables géographiques

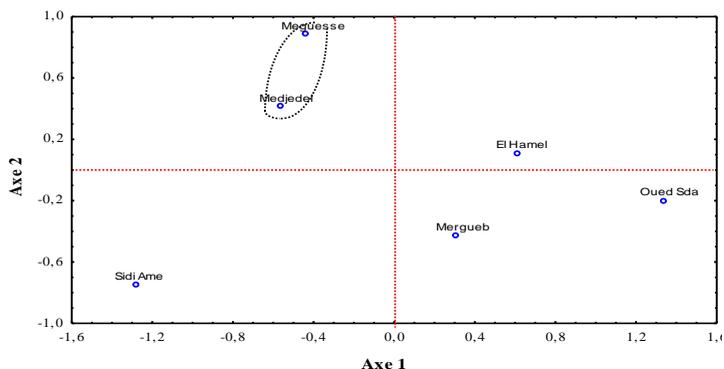
Ces liaisons peuvent apporter une information sur la structure géographique de la variation observée.

Une liaison significative au seuil de 5 % est observée entre la largeur du limbe et la latitude ($r = 0.84$). Ceci montre l'existence éventuelle d'un gradient sud-nord pour la largeur du limbe ; les provenances du sud auraient tendance à développer un limbe moins large que les provenances du nord de l'aire prospectée. Il s'agirait d'un cligne adaptatif qui demande une confirmation par échantillonnage de populations plus conséquent.

2. Analyse multivariable

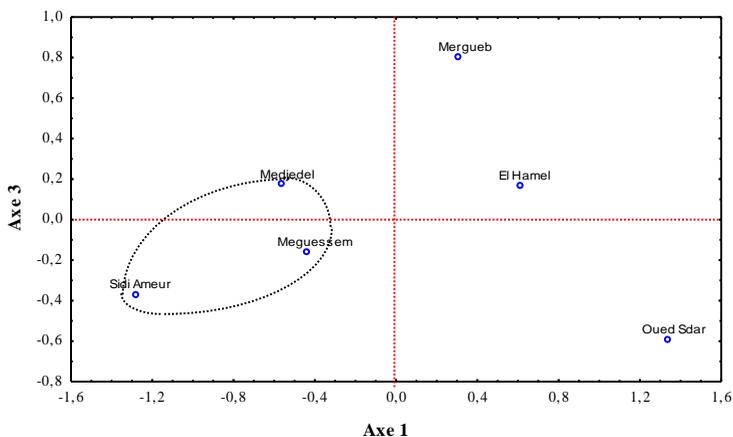
2.1. Analyse factorielle discriminante

Fig. 2. Plan 1-2 de l'analyse factorielle discriminante



Remarquer l'individualisation des provenances de la région de Medjedel.

Fig. 3. Plan 1-3 de l'analyse factorielle discriminante



Remarquer l'individualisation des provenances de la région de Medjedel.

Les plans 1-2 et 1-3 de l'AFD mettent en évidence une certaine structuration géographique à l'échelle de l'aire étudiée; sur le plan 1-2, les provenances médjedel et Meguessem constituent un groupe distinct; sur le plan 1-3, elles s'associent à Sidi Ameur.

Ces trois populations d'alfa proviennent d'une région, la Daïra de Medjedel; la proximité géographique semble donc se traduire par une proximité phénologique multicaractère.

B - Essai en champ

1. Analyse univariante

- △ L'analyse de variance montre que seule la survie observée pendant la première année en champ présente une variation significative au seuil de 5 % ($F = 3.64, p = 0.03$).
- △ Le taux de survie minimum est celui de la provenance Sidi Ameur (24.7 %).
- △ Le taux maximum est présenté par la provenance Oued Sdar (Djelfa).
- △ La provenance Sidi Ameur qui était la plus vigoureuse en pépinière, présentait le taux de survie le plus bas en champ, en plus cette provenance se distinguait de toutes les autres par un rapport LGR/Llimbe < 1 ; ce qui peut être interprété comme un déficit d'adaptation à l'aridité.

2. Analyse multivariante (AFD)

Les résultats obtenus à partir des caractères étudiés confirment ceux de l'analyse univariante. Aucun des axes canoniques n'est statistiquement significatif (valeur de Lambda wilks voisine de 1). La différenciation des provenances est faible ou nulle pour l'ensemble des caractères étudiés.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats des analyses uni et multivariées obtenus en champ, ne semblent pas confirmer ceux observés en pépinière, qui avaient permis de détecter une différenciation géographique des populations à l'échelle d'une aire restreinte. Les causes d'une telle discordance entre la pépinière et le champ peuvent être d'ordre écogénétique et/ou statistique.

D'un point de vue écogénétique, les conditions d'élevage sont plus favorables en pépinière ; cela permet une expression plus forte des effets génétiques (1, 8).

En champ, par contre, la sévérité des conditions écologiques peut masquer, dans une certaine mesure, les effets génétiques, notamment dans le cas des caractères de vigueur (8, 9).

Au plan statistique, le dispositif en pépinière est plus équilibré que celui mis en place en champ ; les effectifs de plants par provenance y sont égaux ; ce qui n'est pas le cas en champ. En plus, le type de dispositif installé en champ (dispositif en blocs incomplets), n'assure pas l'orthogonalité des facteurs principaux (provenance et bloc), et cela malgré la pratique d'ajustement. Dans ce cas, les analyses statistiques utilisées dans cette étude peuvent manquer de puissance et donc incapables de détecter des différences significatives qui peuvent exister en réalité.

Références bibliographiques

1. **ARBEZ M, FERRANDES P.** et **UNYAR N.**, 1978 : Contribution à l'étude de la variabilité géographique des cèdres. *Ann. SCI. For.* 35 (4) : 265-284.
2. **BOUDJADA S.** et **BENDJAFER A.**, 1994 : Les recherches sur la régénération et la mécanisation de la récolte des nappes alfatières (*Stipa tenacissima L.*). Rapp. INRF. 72p.
3. **BOURAHLA A.** et **GUITONNEAU G.G.**, 1978 : Nouvelles possibilités de régénération des nappes alfatières en liaison avec la lutte contre la désertification. *Bull. Inst. Eco. Appl.*, Orléans, 1, 19-40.
4. **CHARRIER A.** et **SECOND G.**, 1992 : Lignes directrices du programme ORSTOM sur la génétique des riz. *In* "Complexe d'espèces, flux de gènes et ressources génétiques des plantes". Colloque International en hommage à Jean Pernes, Paris, 1992. 37-46.
5. **CNTS**, 1989 : Inventaire des nappes alfatières des wilayates. Rapport CNTS, 15p.
6. **DJEBAILI S.**, 1984 : Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Saharien. OPU. Alger, 177p + ann.
7. **GOUNOT M.**, 1969 : Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson et Cie, Paris, 314p.
8. **HARFOUCHE A.** et **KREMER A.**, 2000 : Provenance hybridization *in a* diallel mating scheme of maritime pine (*Pinus pinaster*). I. Means and variance components. *Can. J. For. Res.* 30 : 1-9.
9. **HARFOUCHE A.**, 2003 : Retrospective early test for adult vigor of *Pinus pinaster* families grown under two water regimes. Implication for early selection. (*In press* *Annals of Forest science*).
10. **MALOS O., MEZIANI S. A.**, 1978 : Les recherches expérimentales sur l'alfa (*Stipa tenacissima L.*) : mesure de la production et les effets sarclage sur cette production. *Projet alfa. Rapp.*, n°6, 20 p. INA, El Harrach.
11. **MELZI S.**, 1990 : Polycopier sur le suivi des parcours steppiques. 5p.
12. **SNEATH P. H. A.**, et **SOKAL R. R.**, 1973 : Numerical taxonomy. The principals and practice of numerical classification. San Francisco/Freeman, 573 p.
13. **TRABUT L.**, 1889 : Etude sur l'alfa. Jourdan, Alger, 90 p.

L'ÉTAT DE LA DESERTIFICATION EN ALGERIE

Salamani M. & Hirche A.

*Laboratoire d'Ecologie-Environnement. Faculté des Sciences Biologiques USTHB Alger
m_salamani@yahoo.fr*

RESUME

Le phénomène de désertification touche 84.77 % du territoire national (régions sahariennes ou hyperarides non comprises).

Ce processus, s'il est naturel (changement climatique au cours des différentes ères géologiques), devient essentiellement anthropique depuis trois à quatre décennies. Le processus de désertification touche tous les milieux (forestiers, préforestiers, steppiques, agricoles, oasiens).

Cependant, son impact sur les milieux steppiques est plus important, plus rapide et plus grave encore. Le surpâturage et les mauvaises pratiques sont parmi les principales causes responsables de la dégradation continue des milieux.

Depuis moins de trois décennies de grandes étendues steppiques ont subi une transformation dramatique ; les steppes climatiques de l'Ouest ont régressé de plus de 60 % entre 1978 et 2005 ; cette dégradation a touché essentiellement les steppes à armoise blanche (*Artemisia herba alba*), les «mers» d'alfa (*Stipa tenacissima*) et les steppes à sparte (*Lygeum spartum*). La productivité de ces milieux a régressé de 88 % en moins de 40 ans ; ce qui peut signifier un sens de dégradation irréversible. Il en est de même pour les autres régions ; les steppes du centre ont régressé de 54 % en l'espace de 13 ans seulement (1976-1989).

La dégradation des ressources biologiques va avoir un effet direct sur le changement du milieu physique (destruction des facteurs physiques et chimiques des sols, ensablement, nappes phréatiques, tempêtes de sable) et socio-économiques (manque de nourriture pour le cheptel, chômage, appauvrissement, ...).

Mots clés : *Désertification, Milieux naturels, Steppes, Erosion, Productivité.*

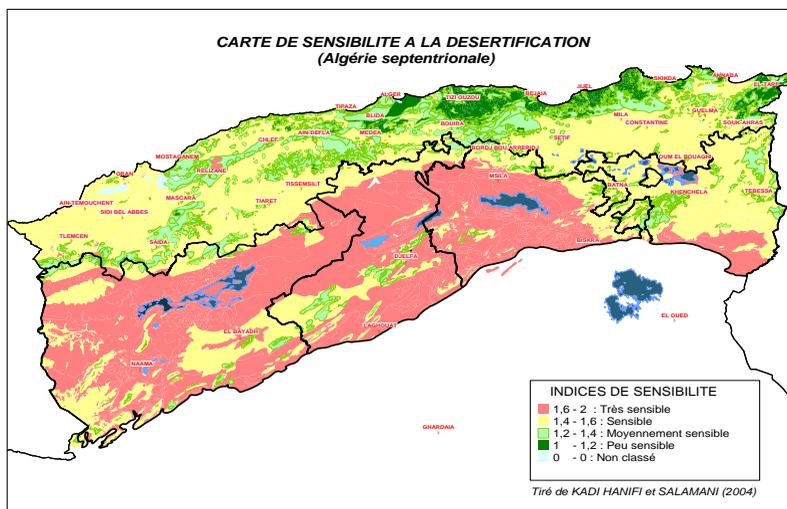
1. SENSIBILITE A LA DESERTIFICATION

La région méditerranéenne, de par sa nature (climat à saison sèche estivale, pluies modérées et torrentielles, ...), ainsi que par l'exploitation anthropique très ancienne, est fragile et sensible aux facteurs de dégradation. La sensibilité de sa partie méridionale est encore plus accentuée par l'importance des régions sèches et une couverture végétale dont le recouvrement et l'efficacité vis-à-vis de la protection des sols diminue du Nord au Sud.

La sensibilité des milieux à la désertification peut être directement évaluée en fonction de l'importance de l'aridité ; mais elle peut aussi être liée à un ensemble de facteurs écologiques, tels que : la couverture végétale, les facteurs topographiques et édaphiques, ainsi que les interventions humaines sur le milieu.

En appliquant ces principes, une carte de la sensibilité à la désertification à petite échelle (1/1 000 000) a été réalisée (Kadi, Hanafi et Salamani, 2004).

- Le croisement de trois informations de base, montre l'état actuel et les potentialités des milieux.
- Parmi les trois indices de qualité, celui de la végétation est le plus mauvais.
- Les indices sur le climat et sur le sol indiquent des potentialités encore élevées des milieux.
- La synthèse des trois indices (fig. 1) met en évidence le niveau du déséquilibre des milieux et la sensibilité de ceux-ci à la désertification ; 87 % de l'Algérie septentrionale présente une forte à très forte sensibilité.
- 94 % des régions steppiques (communes steppiques au sens du Haut Commissariat au Développement de Steppe -HCDS-) présentent une forte à très forte sensibilité avec :
 - 97 % pour l'Ouest (70 % très sensible et 27 % sensible) ;
 - 94 % pour le Centre (69 % très sensible et 25 % sensible) ;
 - 91 % pour l'Est (47 % très sensible et 44 % sensible).



2. LE PHENOMENE DE DESERTIFICATION

L'importance des régions soumises aux phénomènes de désertification est directement liée aux écozones et à l'importance des actions anthropiques amplifiées par la croissance démographique.

La désertification est aujourd'hui accentuée davantage par d'autres facteurs qui ne cessent de prendre de l'ampleur (sédentarisation des nomades, pauvreté des habitants des milieux steppiques, utilisation des

milieux steppiques par les gros éleveurs citadins, déplacement rapides des nomades et des semi-nomades, absence de gestion rationnelle des ressources pastorales et absence d'une stratégie de développement durable des milieux steppiques).

Les zones arides de l'Afrique du Nord (400 -100 mm/an de pluie), sont considérées parmi les régions les plus sévèrement touchées par la désertification (Paylore P. et *al.*, 1976). La désertification est un processus qui résulte, dans un premier temps, de la réduction du tapis végétal et dans un second temps, des conséquences qui en découlent sur les horizons pédologiques de surface. Le phénomène de la désertification anthropique en Algérie ne date pas des années 1970. Il serait même antérieur à l'occupation romaine qui pratiquait la céréaliculture en sec jusqu'aux régions steppiques qui coïncident avec l'isohyète 250 mm (Dresh, 1980). Une accélération de l'impact des activités humaines sur les milieux sensibles à la désertification s'est produite durant la colonisation française par la promulgation du Sénatus Consulte qui a ralenti le mouvement des nomades (Boukhoubza, 1982 ; Khelil, 1997). Certains auteurs signalaient les conséquences dramatiques pouvant découler de l'exploitation inconsidérée des steppes à alfa, qui a commencé depuis le début de 1860 (Kadi, Hanafi, 1998) et qui continue encore en 2006, malgré sa disparition dans de nombreuses régions de l'Ouest et du Centre du pays. L'état actuel de dégradation de la plupart des systèmes à alfa, devrait nous amener à lui changer de statut.

Jusqu'en 1975 environ, les steppes algériennes se sont maintenues dans un état dynamique relativement satisfaisant, avec des recouvrements de 10 à 30 % et des phytomasses de l'ordre de 1 500 kgMS/ha, avec toutefois des îlots de dégradation localisés, dont le recouvrement était inférieur à 5 % et la phytomasse de 100 à 200 kgMS/ha (Le Houerou, 1985).

Une dégradation perceptible de la steppe sur le terrain était visible à partir de 1985 ; de 1971 à 1985, la production de la steppe est passée de 960 UF à 350 UF (Boutonnet, 1989).

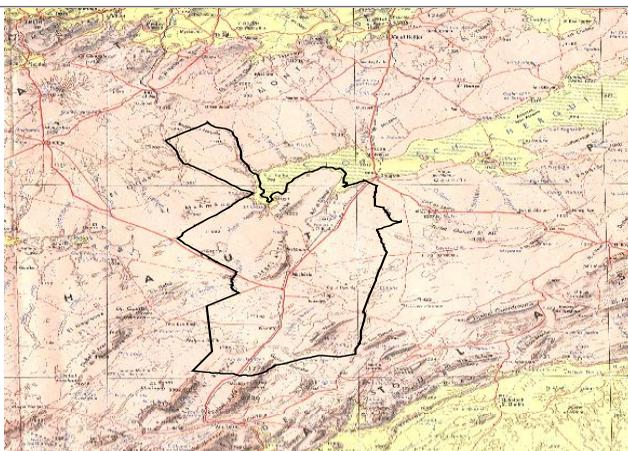
L'exploitation continue et irrationnelle, le surpâturage sont venus à bout des « mers à alfa » et des steppes bien venantes à armoise blanche et à sparte.

Les études diachroniques, tant à l'Ouest qu'au Centre, quantifient cette régression qui a atteint des seuils critiques dans certaines zones (Aidoud et *al.*, 1996 ; Bouchetata et *al.*, 2005 ; Melzi, 1986 ; Slimani, 1999 ; Hirche et *al.*, 2000, 2005).

3. ETATS DE LA DESERTIFICATION

Une étude de cas au Sud-ouest Oranais de 3 communes (fig. 2) à vocation pastorale (El Biodh, Mecheria et Naâma) nous renseigne sur l'évolution des steppes climatiques sur un pas de temps de vingt sept ans (CRBT, 1978 et HIRCHE et al, 2005).

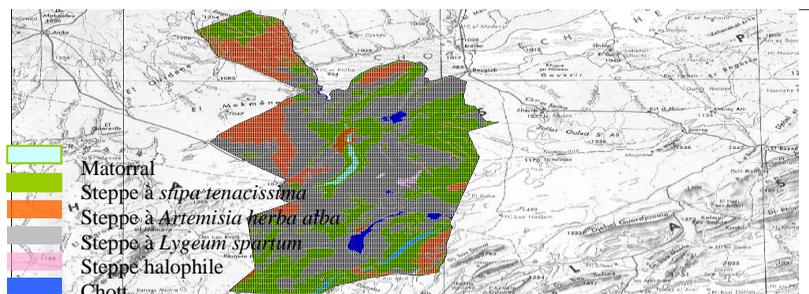
Fig. 01- Carte de situation



En 1978, les steppes climatiques dominaient toute la zone d'étude (Fig. 02) ; les steppes à sparte, qui occupaient les glacis et certaines dépressions, étaient répandues sur presque la moitié du territoire ; les steppes à alfa, avec 30 % de la superficie, se trouvaient sur les terrains accidentés et certains glacis ; les steppes à armoise (15.4 %) se cantonnaient surtout sur les glacis limoneux au Nord.

Les steppes de dégradation ou steppes à *Atractylis serratuloides* et Steppe à *Noaea mucronata*, faciès non cartographiés à moyenne échelle en 1978, dominent nettement le paysage aujourd'hui. Les steppes psammophiles à *Thymelea micronata* et à *Aristida pungens* viennent avant les steppes à alfa et juste après les steppes à sparte (Tab. 02).

Fig. 02- Carte d'occupation des terres 1978 d'après CRBT, 1978



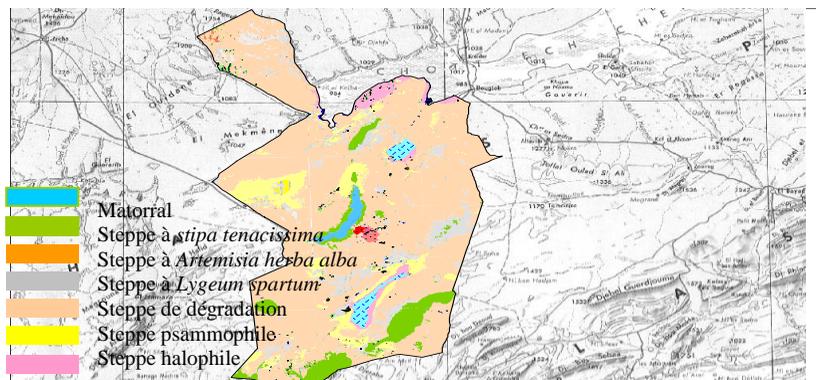
Entre 1978 et 2005, on peut noter une régression drastique des taxons climatiques (Tab. 01).

- Armoise blanche (- 99 %).
- Sparte (- 82 %).
- Alfa (-78%).

Tab. 01- Evolution des faciès entre 1978 et 2005

Taxons	1978		2005		Bilan_%
	Sup_ha	Sup_%	Sup_ha	Sup_%	
<i>Stipa tenacissima</i> (Alfa)	208 991	30	46 680	6,7	-78%
<i>Artemisia herba alba</i> (Armoise blanche)	107 414	15,4	806	0,12	-99%
<i>Lygeum spartum</i> (Sparte)	313 378	45	55 608	8	-82%
De dégradation	/	/	489 167	70	+70%
Psammophile	/	/	51 336	7,4	+7%

Fig. 03- Carte d'occupation des terres 2005 [d'après HIRCHE et al (à paraître)]



Les pertes de la production pastorale des milieux steppiques sont importantes.

Tab. 02- Evolution de la production pastorale entre 1978 et 2005

Taxons	Production pastorale 1978 UF	Production pastorale 2005 UF	Bilan UF 1978-2005	Bilan % 1978-2005
<i>Stipa tenacissima</i> (Alfa)	22 842 204	3 096 081	-162 312	(-86%)
<i>Artemisia herba alba</i> (Armoise blanche)	14 193 649	86 340	-106 608	(-99%)
<i>Lygeum spartum</i> (Sparte)	31 047 199	5 909 596	-257 772	(-81%)
Zone d'étude	72 112 437	29 185 392	-42 199 556	-59,5%

On est passé de 72 112 437 UF en 1978 à 29 185 392 UF en 2005 soit une perte de près de 60 % (Tab. 02).

En fonction des grands faciès, cette régression se présente comme suit :

- Armoise blanche (- 99 %).
- Alfa (- 86 %).
- Sparte (- 81 %).
- Zone d'étude (- 60 %).

La sécheresse de 1980-1994 est venu accélérer davantage ce phénomène.

4. CONCLUSION

Entre 1978 et 2005 les milieux steppiques ont subi une transformation importante. Une régression drastique a touché les taxons climatiques. Des steppes de substitution représentées essentiellement par des faciès de dégradation envahissent actuellement la paysage des milieux arides et semi-arides

Selon le HCDS (2000), la production totale de la steppe qui était de 1.6 milliard d'UF (unités fourragères) en 1978, n'atteint plus aujourd'hui que le tiers, soit environ 530 millions d'unités fourragères

A part une dégradation irréversible de quelques îlots steppiques, le potentiel écologique et surtout édaphique permet cependant une certaine réhabilitation par les différents moyens de lutte contre la désertification.

L'arrêt de la dégradation, déjà entamé dans certaines zones, du milieu édaphique, ultime stade de la désertification, passe impérativement par une stratégie de protection, de réhabilitation, de mise en défens, de gestion rationnelle, où l'homme serait au centre de ces actions.

Bibliographie

AIDOUD A. et TOUFFET J., 1996 : La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. In revue *Sécheresse*, n° 3, vol. 7, 187-93.

BOUCHETATA T. B. et BOUCHETATA A. A., 2005 : Dégradation des écosystèmes steppiques et stratégie de développement durable. Mise au point méthodologique appliquée à la wilaya de Naâma (Algérie). *Développement durable et Territoire*, Varia. [http://developpement durable revues. Org/ document 1339.html](http://developpement-durable.revues.org/document1339.html)

BOUKOUBZA M., 1982 : L'agro-pastoralisme traditionnel en Algérie : de l'ordre tribal au désordre colonial. Alger, O.P.U. 1982.

BOUTONNET J. P., 1989 : La spéculation ovine en Algérie : un produit-clé de la céréaliculture. *Economie et Sociologie rurale*, INRA, Montpellier. 52 p.

BOUZOURENE S., BAILOUH H., DJAIB W., et KERBACHE S., 1990 : Etude phytoécologique, pastorale et évolution de la végétation dans les parcours présahariens de Messaâd (W. de Djelfa) ; Mémoire Ing., USTHB, Alger, 78 p.

CRBT, 1978 : Etude phytoécologique et pastorale des hautes plaines steppiques de la wilaya de Saïda (9 millions d'hectares). Rapport de synthèse et documents cartographiques (7 cartes par thème au 1/200 000^e).

DRESH J., 1980 : La dégradation accélérée de la végétation ligneuse au Maghreb et au Moyen-Orient. *Nat. Monspelienis* n° hors série « Colloque de la fondation L. Emberger sur « La mise, l'évolution et la caractérisation de la flore et de la végétation circumméditerranéenne », Montpellier, pp.153-155

HIRCHE A., SALAMANI M. et BOUGHANI A., 2001 : La Désertification dans la région de MECHERIA durant la période 1978-1998. Symposium Arid Regions monitored by satellites from observing to modelling for sustainable management, Marrakech

HIRCHE A. et SALAMANI M. (à paraître) : Carte d'occupation des terres et carte pastorale de l'Observatoire des Hautes Plaines Steppiques (Sud Oranais).

KADI HANIFI H., 1998 : L'alfa en Algérie. Thèse Doct. Science. USTHB, Alger, 270p.

- KADI HANIFI H.** et **SALAMANI M.**, 2004 : Carte de sensibilité à la désertification, Algérie. Projet Dis-med, OSS, Tunis, 24 p.
- KACIMI B.**, 1996 : La problématique du développement des zones steppiques. Approche et perspectives. Doc. HCDS, Ministère de l'agriculture, 27 p.
- KHELIL A.**, 1997 : L'écosystème steppique : quel avenir ? Edition Dahleb, Alger, 184 p.
- LE HOUEROU**, 1985 : Aspects météorologiques de la croissance et du développement végétal dans les déserts et les zones menacées de désertisation. OMM, pp.1-68
- MELZI S.**, 1986 : Approche phytoécologique des processus de la désertification dans le secteur présaharien : Messad-Djelfa. Thèse de Magister, USTHB, Alger, 133 p.
- PAYLORE P.** et **HANEY R. A.**, 1976 : Désertisation : Process, Problems, Perspectives. Tucson Univ of Arizona, 125 p.
- SLIMANI H.**, 1999 : Effet du pâturage sur la végétation et le sol et désertification : cas de la steppe à alfa (*Stipa tenacissima L.*) de Rogassa des Hautes Plaines Occidentales algériennes. Thèse de Magister en biologie, USTHB, Alger, 123 p.

**L'OUTIL SPATIAL DANS LE SUIVI DE LA DESERTIFICATION :
ÉVALUATION PAR ALSAT-1 DES ACTIONS DE LUTTE MENEES PAR
LE HCDS DANS LE CADRE DE LA PRESERVATION
DU DEVELOPPEMENT DES ESPACES STEPPIQUES**

Hassani A.

ahassani@asal.dz

RESUME

L'objet de ce travail a été de dresser un bilan des actions menées par le HCDS, qui a réalisé des travaux d'aménagement pastoral à travers toutes les wilayas steppiennes dans le cadre de la préservation des terres de parcours et de la lutte contre la désertification.

Evaluation qui porte sur quelques zones, par un bilan qualitatif et quantitatif des mises en défens et sur la base d'une étude diachronique à partir des données Alsat 1, et ETM +.

La méthodologie utilisée dans le présent travail repose sur une étude diachronique à partir des images Alsat 1 de 2003 et Landsat ETM + de 2001.

Mots clés : *Suivi, Désertification, Télédétection*

PRINCIPAUX PROCÉDES DE LUTTE CONTRE LES PHÉNOMÈNES D'ENSABLEMENT EN ALGÉRIE

Makhlouf L.¹, Tolba K.² & Belabiod D.³

¹ Maître de Recherche, Institut National de Recherche Forestière.

² Attaché de recherche, Institut National de Recherche Forestière.

³ Chargé d'Etude, INRF, Station régionale de Djelfa.

RESUME

Edifié au cours du Quaternaire, le cordon dunaire se présente comme un élément topographique majeur au niveau du bassin versant des Zahrez (Gharbi et Chergui/Djelfa) et constitue une menace quasi permanente pour le développement durable des espaces steppiques.

Sous l'effet de la dynamique éolienne, les sables libres colonisent les zones limitrophes (terres de culture, de parcours et les infrastructures socio-économiques). Considérées comme l'une des manifestations les plus visibles de la désertification, les dunes par leur vulnérabilité et leur mobilité, engendrent des répercussions économiques et sociales considérables.

En matière de lutte, l'Institut National de Recherche Forestière a focalisé ses travaux de recherche sur les techniques de stabilisation des accumulations sableuses en y testant plusieurs procédés de lutte (mécanique et biologique), sur les dunes du cordon dunaire d'El Mesrane.

Les principaux résultats de recherche acquis durant plus de 10 ans peuvent servir de modèle pour les projets futurs de fixation des dunes continentales et maritimes.

Mots clés : *Djelfa, Cordon dunaire, Désertification, Dunes, Fixation mécanique, Fixation biologique, Sable, Zahrez.*

PROBLEMATIQUE

En Algérie, les processus de désertification sont omniprésents et affectent de vastes superficies, essentiellement confinées dans les régions arides, semi-arides et subhumides sèches. La sécheresse cyclique, l'érosion éolienne et hydrique, l'encroûtement des sols, la surexploitation des écosystèmes pastoraux et l'utilisation des sols steppiques à des fins agricoles, ont généré des phénomènes d'ensablement inquiétants sur la plupart des sites stratégiques (terrains de parcours, terres de cultures, les équipements socio-économiques).

Les statistiques nationales montrent que 58% de la surface agricole utile se situe en zone sensible à l'érosion, dont 46 % sur des pentes supérieures à 12,5 % et 12 % en zone steppique. L'évolution sur une longue période de la surface agricole utile (SAU) et des surfaces forestières se caractérise par :

Δ Une extension de la SAU (1 million d'ha entre 1970 et 1995) sur les terres marginales notamment celles des parcours steppiques.

Δ Une diminution des surfaces forestières (plus de 1 million d'ha entre 1955 et 1997).

Devant la prolifération du phénomène, qui risque d'entraver le développement des régions steppiques et présahariennes, des études, des projets et des programmes de recherches ont été menés depuis 1969, par les institutions étatiques concernées. Nous citons à titre d'exemple la réalisation du barrage vert qui a débuté durant les années 1970, l'établissement de la carte de sensibilité des sols à l'érosion qui a été faite durant les années 1980.

Le diagnostic montre que les zones à désertification avancée occupent 60 % de la superficie totale et que les zones désertifiées n'en représentent que 25 %.

Cette évolution est dictée par les changements climatiques (baisse de la pluviosité), et une démographie galopante.

I/ INTRODUCTION

Entre les paysages méditerranéens des hautes plaines steppiques du sud-algérien au Nord et l'Atlas saharien au Sud, les formations éoliennes quaternaires occupent une position bien particulière, au centre des bassins de subsidence, qui s'alignent selon une orientation de l'Ouest vers l'Est (bassin du chott Ech-Chergui à l'Ouest, le bassin du Zahrez el Gharbi et el-Chergui au centre et le bassin du Hodna à l'Est. Fig. 1).

Dans ces milieux steppiques aux vastes horizons, le climat est rude, très chaud en été, souvent très froid en hiver. Les vents sont parfois très violents et peuvent provoquer des situations effrayantes telles que, le façonnement des paysages arides et semi-arides par :

- ✓ prolifération des phénomènes d'ensablement,
- ✓ construction de nouvelles dunes,
- ✓ assèchement des horizons superficiels des sols.

Conscient de la gravité des phénomènes d'ensablement, l'Institut national de la recherche forestière d'Algérie (INRF) a lancé à partir des années 1980, un programme de recherche/expérimentation, portant sur les procédés de lutte mécanique et biologique des formations éoliennes édifiées, dans la partie méridionale des hautes plaines steppiques (région d'El-Mesrane-Djelfa). Ce programme de recherche vise six objectifs essentiels.

II/ OBJECTIFS

• À court terme

- △ Tester le maximum de matériaux disponibles (inertes et vivants) capables de piéger les sables en transit éolien.
- △ Appréhender l'efficacité de chacun des matériaux expérimentés en vue de procéder à leur généralisation.
- △ Rechercher les meilleures espèces performantes susceptibles de s'adapter, de coloniser et de stabiliser efficacement les formations éoliennes vives.
- △ Déterminer en fonction des matériaux utilisés, la densité et la hauteur optimales des palissades.

• À moyen terme

- △ Protection du milieu dunaire contre l'érosion éolienne et préservation ou amélioration de sa biodiversité.
- △ Valorisation et gestion des espaces dunaires.

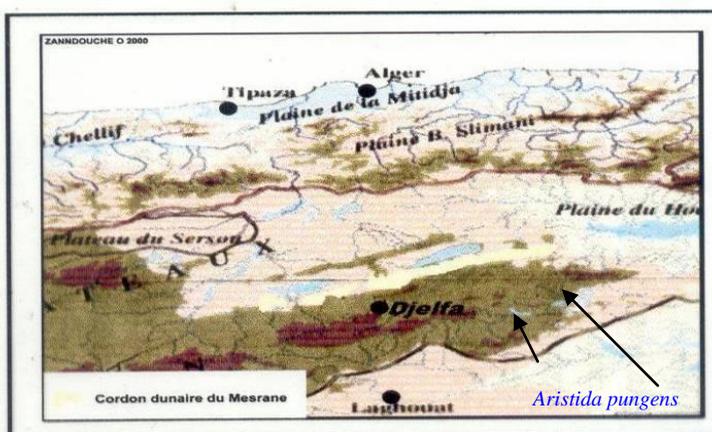
III/ MATERIEL ET METHODE

a -Zone d'étude

Les différents travaux de recherche et d'expérimentation menés sur les techniques de stabilisation des formations éoliennes continentales ont été réalisés sur une formation sableuse du cordon dunaire du bassin du Zahrez El Gharbi. Le site d'étude est implanté à 30 km au Nord de Djelfa et à 20 km au Sud de Hassi Bahbah. Deux grands dispositifs morphologiques délimitent le cordon dunaire et le site expérimental. Il s'agit des monts des Ouleds-Naïls au Sud et du Djebel Sebaa-Rous au Nord (fig. 2). Le bioclimat est du type semi-aride à ambiance sèche. La pluviométrie est de l'ordre de 250 mm/an.

Le champ expérimental qui s'étale sur une superficie de 100 ha est dominé par une génération de dunes récentes assez imposantes de formes très diverses (barkhanes coalescentes, sifs, dunes isolées, micro dunes, nebkas. Photo. 1). Une maigre végétation se développe dans les espaces inter dunaires, il s'agit de l'*Aristida pungens*, *Euphorbiacé*, *Saccocalyx* Le recouvrement du sol ne dépasse pas les 5 %. A lui seul, ce recouvrement ne peut pas contenir la vélocité des vents, donc une intervention assistée s'impose. Le cordon dunaire constitue par son étendue et sa masse de sable libre, un des éléments topographiques majeurs de la plaine du Zahrez. C'est un erg vif très instable (fig. 1)

Fig : 1 Carte de localisation du site expérimental



b- Méthodologie

La méthode consiste à stabiliser par des moyens mécaniques et biologiques les masses sableuses en mouvement, ou à empêcher la formation des dépôts de sable. Les différentes interventions retenues dans le cadre de la stabilisation des accumulations sableuses obéissent à un certain nombre de données qui se résument comme suit :

- ✓ choix des ensembles de dunes représentatives et menaçantes,
- ✓ transit éolien (migration des sables),
- ✓ morphologie des dunes (pente, exposition, forme),
- ✓ granulométrie du matériel sableux,
- ✓ recouvrement végétal,
- ✓ dynamique éolienne,
- ✓ objectif recherché,
- ✓ nature et la disponibilité des matériaux

C'est en fonction de toutes ces données de terrain que des dispositifs expérimentaux furent installés.

Deux procédés de lutte ont été testés par l'INRF : il s'agit de la lutte mécanique et de la lutte biologique.

b1. Les procédés de lutte

b1.1. Lutte mécanique :

Le principe de la lutte mécanique (fixation mécanique. Fig. 3), appelée également fixation primaire, constitue la première étape de la fixation des dunes vives. Ce procédé mécanique consiste à ériger, sur les dunes vives, des obstacles artificiels, à l'aide de produits végétaux inertes (fascines de pin d'Alep, laurier rose, palmes sèches) ou de matériaux synthétiques (mailles plastiques extrudées, plaques d'éternit). Ces obstacles artificiels de nature non étanches permettent :

- ✓ tout d'abord de réduire la vitesse et l'efficacité du vent au sol,
- ✓ ensuite de diminuer et de piéger la charge de transport de sable en transit éolien,
- ✓ enfin de protéger efficacement les sites vulnérables, les plantations endémiques et introduites des effets de dessouchement.

L'édification des palissades (obstacles artificiels) diffère selon les matériaux existants sur place et les buts poursuivis. Partant d'un état des lieux et d'une connaissance approfondie des sites à protéger, et compte tenu de la vulnérabilité des accumulations sableuses aux contraintes des vents, nous avons appliqué un dispositif de lutte mécanique simple de forme géométrique qui prend l'allure de carré, de rectangle et de losange (photo). Ce dispositif se présente sous la forme d'un réseau de carroyage. La densité du carroyage varie selon la morphologie des dunes (hauteur, exposition, forte activité éolienne). La technique de carroyage consiste à installer un réseau de palissades d'une hauteur de 60 cm, disposé en échiquier pour lutter efficacement contre les vents efficaces et les vents secondaires.

Pour cette lutte mécanique, nous avons testé plusieurs matériaux provenant des dérivés du pétrole tels que le bitume, les pneus usés, le film plastique polyéthylène, la maille plastique extrudée, des produits industriels tels que les plaques en fibro-ciment, le texand et des produits végétaux inertes tels que, les fascines de pin d'alep, le laurier rose, les palmes sèches, les roseaux tréssés.

Densité étudiée :

Après avoir identifié et choisi les matériaux et les produits disponibles dans la région susceptibles d'être utilisés dans le cadre du procédé de lutte mécanique, une recherche portant sur l'effet de la densité de maillage a été réalisée.

Les densités utilisées se présentent comme suit :

- ✓ Dunes vives de plus de 6 m de haut : 4 m x 4 m, 6 m x 6 m, 10 m x 10 m.
- ✓ Micro-dunes : 10 m x 10 m.
- ✓ Voiles sableux : 14 m x 14 m.

Photo : 3 Stabilisation mécanique avec un système de carroyage systématique (Densité 4mx4m)

Confection de palissade à l'aide de fascines de pin d'alep

Photo : (4) Utilisation des fascines de pin d'alep. Carroyage systématique avec une densité de 10mx10m

b1.2. Procédés de lutte biologique :

La lutte biologique est une opération de boisement des accumulations sableuses. Elle consiste à mettre en place un matériel végétal adéquat, susceptible de s'adapter convenablement aux conditions édaphiques (sols bruts d'apport éolien) et climatiques. Le choix du matériel végétal repose sur les caractéristiques suivantes : une croissance très rapide, un bon étalement des branches, un système racinaire assez bien développé (traçant, pivotant), une feuillage touffu.

Cette opération qui vise à mettre en place un recouvrement végétal permanent constitue la deuxième étape de la fixation définitive des dunes vives. A cet effet, la recherche sur l'amélioration des techniques de plantation dans ce milieu dunaire hostile (sols bruts d'apport éolien) est capitale si on veut garantir la pérennité de la lutte biologique. Plusieurs dispositifs sont assis et qui concernent la profondeur, la largeur des trous et la densité de plantation. Plusieurs espèces (forestières, fourragères) ont été introduites et testées, il s'agit de : *Retam retam*, *Glidchéas Triacanthos*, *Eléagnus angustifolée*, *Prosopis juliflora*, *Atriplex halimus*, *Atriplex canescens*, *Atriplex numélaria*, *Lycium arabicum*, *Médicago arborée*, *acacia farnéziana*, *Tamarix articulata*, *Tamarix gallica*, *Pistacia atlantica*, *Pinus hallepensis*, *Agave*, *Opuntia*.

IV/ RESULTATS ET INTERPRETATION

Tableau 1 : Différents procédés de lutte mécanique

Fixation mécanique	Avantages	Inconvénients
Pneus usés	Installation facile, longue durée de vie	Polluant, apparition de phénomène de surcreusement, prix élevé, non biodégradable
Plaques d'eterniteen fibrociment	Très maniable, installation facile et rapide, longue durée de vie	Coût élevé à l'ha, faible perméabilité favorisant de fortes accumulations sableuse des obstacles Non biodégradable
Texand (fibre synthétique)	Biodégradable, installation rapide, assure une bonne protection de l'espace traité, piège les grains de sables et les graines des espèces végétales en transit éolien	Durée de vie lente
Bitume	Installation facile, longue durée de vie	Coût à l'ha élevé, polluant, non biodégradable
Maille plastique	Rapidité d'installation, durée de vie : 5 à 7 ans, réutilisable, bonne perméabilité, manipulation facile	Non biodégradable, coût élevé

Tableau 2 : Procédé biologique

Fixation biologique	Avantages	Inconvénients
<i>Atriplex canescens</i>	Biomasse importante Bon enracinement (profond, et superficiel) Fixe très bien les sables en place Apport conséquent de matière organique Forte valeur fourragère Colonise les bas fonds, les inter-dunes, mi-versant de dunes, voiles sableux	Elle se lignifie au bout de 5 ans
<i>Atriplex nummularia</i>	Masse foliaire importante Bon enracinement Apport immédiat de matière organique Se développe assez bien dans les bas-fonds et les voiles sableux Fortement recherché par le bétail	Ne se développe pas assez bien sur les dunes vives
<i>Retama retam</i>	Colonise rapidement les sables vifs Il se développe dans toutes les situations (sommets de dunes, mi-versant, bas de versant, bas fond, voiles sableux) Résiste bien au vent Se régénère facilement	
<i>Elégnanus angustifolia</i>	C'est une espèce introduite comme plante d'alignement. Son introduction dans le cadre de la fixation biologique est très prometteuse à cause de ses multiples avantages : s'adapte très aux conditions édapho-climatiques de la zone d'étude Présente une masse foliaire importante nécessaire pour l'enrichissement des sols bruts en matière organique Croissance rapide Produit beaucoup de rejets Explore assez bien les profondeurs de la dune Augmente le taux d'humidité à ses alentours Se régénère facilement par boutures ou par graines	
<i>Médica sativa</i>	Enrichit le sol en azote Forte valeur fourragère Fixe assez bien les sables libres Colonise très bien les mi-versants de dune, les bas fonds et les voiles sableux	
<i>Tamarix</i>	Résiste aux vents Offre beaucoup de rejets Fixe très bien les sables en place et piège les grains de sable en transit éolien Présente un bon enracinement	

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

<i>articulata</i>	Maintient l'humidité Colonise les dunes vives, les voiles sableux, les bas fonds	
<i>Prosopis juliflora</i>	Préfère les voiles sableux Présente un port très étalé Enrichit le sol en azote et en matière organique. Piège les sables en transit éolien Joue une haie de protection grâce à la présence des épines	

D'après le tableau 1, nous notons que les matériaux inertes utilisés dans le procédé de lutte mécanique sont pour la plupart polluants, non biodégradables et coûteux, à l'exception des fascines de pin d'alep (branches), du laurier rose et de la palme sèche qui sont biodégradables, enrichissant le sol en matière organique, jouant ainsi un rôle de liant pour les grains de sables libres, ce qui augmente la rugosité des dunes. La maille plastique, qui fait partie des produits industriels, est non biodégradable ; mais son utilisation comme obstacle artificiel a été très concluante (photos), dans la mesure où la plupart des dunes fixées par la maille plastique ont été stabilisées. De grosses quantités de sables et de graines en transit éolien ont été freinées et piégées au pied des palissades. Nous avons remarqué une forte remontée biologique (photo).

Le tableau 2, montre que les espèces utilisées dans la lutte biologique se sont bien comportées. Le suivi et l'évaluation quantitative et qualitative des espèces sont très significatifs. La plupart des espèces introduites présentent un taux de réussite supérieur à 70 % (photo 2). Le développement des espèces en hauteur varie entre 2 m, pour les espèces arbustives et fourragères (*Atriplex*, *medicago*, *retama retam*) et plus de 6 mètres pour les espèces à hautes tiges et forestières (*Eléganus angustifolia*, *Acacia farnésiana*, *glidescheas triacanthos*, *prosopis juliflora*). Ces hauteurs ont été atteintes au bout de 10 ans. La remontée biologique est présente sur l'ensemble des dunes traitées. Le recouvrement varie entre 60 et 80 %.

V/ CONCLUSION

Nous pouvons conclure que l'évolution des phénomènes d'ensablement, qui constitue une contrainte majeure, peut être atténuée grâce aux procédés de lutte mécanique et biologique. La remise en état d'équilibre des vastes zones n'est pas une chose facile à cause de la multiplicité des contraintes climatiques, édaphiques, et sociales. Il est évident que l'homme est capable de réaliser des progrès technologiques rapides, voire étonnants, mais aussi inquiétants, dans la mesure où les applications mal conduites peuvent assurer en même temps, une amélioration des conditions de vie et une dégradation quelquefois imprévisible de l'environnement. Les résultats acquis à la suite des traitements mécaniques et biologiques des dunes vives, constituent notamment une base de travail et d'investigation pour les futurs projets de stabilisation des dunes.

Les différentes expérimentations ont montré que seul des actions réfléchies, ayant une portée sociale réelle, peuvent améliorer et réhabiliter les vastes espaces steppiques. Ce qui est recherché est la rationalisation et l'efficacité des pratiques.

CADRE CLIMATIQUE ET DYNAMIQUE DES VENTS DE SABLE DANS LA REGION DE AIN OUSSERA

Messen N.¹, Brague H.¹, Zaidi C.¹, Bouzenbouah Z.²

¹ Centre de Recherche Nucléaire de Birine

² Institut National de Recherche Forestière Station de Djelfa

RESUME

Selon sa vitesse et sa force, le vent se charge de particules de tailles variées (sables fins à moyens, limons, argiles) résultant de l'érosion et les entraîne loin du lieu de destruction, vers le lieu de dépôt.

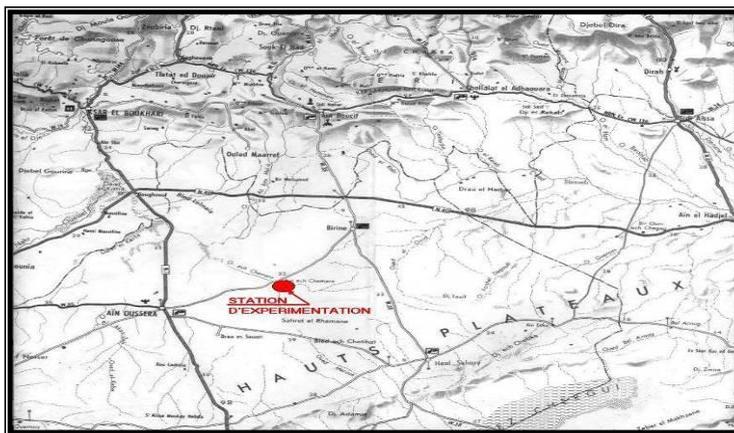
Pour bien comprendre l'utilisation des moyens de lutte contre ce phénomène d'érosion, une étude climatologique des vents de sable est d'un intérêt pratique incontestable.

Après une présentation du site d'expérimentation, les données météorologiques observées et enregistrées sont traitées et les principales caractéristiques des vents de sable dans la région de Ain Oussera sont présentées.

Mots clés : *Vent de sable, érosion éolienne, étude climatologique, vent efficace, quantificateur.*

I- Présentation du site d'expérimentation PNR de « Benahar/Ain Oussera »

Fig. 1- Situation de la station d'expérimentation



Le site d'expérimentation de Benahar est situé en zone semi-aride. Il a été classé en tant que tel, du fait que le taux moyen de précipitation annuelle enregistré dans cette région est compris entre 100 et 250 mm [1]. Il est situé à 10 Km, au sud de Birine et à 20 Km au Nord-Est de Ain-Oussera, Wilaya de Djelfa (voir Fig. 1), sur un terrain plat, très dégagé, où la fraction sableuse du sol est dominante, suite à l'existence du couloir venté qui se fait sentir sur un axe orienté d'Ouest vers l'Est.

II- Observation des vents de sable à « Benhar/Ain-oussera » :

Les données météorologiques sont enregistrées par une station automatique qui comporte [2, 3] :

- ◆ Une sonde de température équipée d'un élément platine 100 ohms, montée dans un abri miniature.
- ◆ Un hygromètre à sonde capacitive, monté dans le même abri, au-dessus de la température.
- ◆ Un anémomètre monté sur l'un des bras de la lyre, en haut du mat de 10 m.
- ◆ Une girouette montée sur l'autre bras de la lyre.

Les paramètres enregistrés par la station sont représentés sur le tableau -1-.

Tableau -1- Paramètres météorologiques enregistrés à Benhar par la station automatique

Symbole	Nom du paramètre	Etendue de mesure	Résolution	Unité
T	Temps./ abris	-40.0 +60.0	0.1	°C
U	Humidité	0.0 100	0.1	%
VT	Vent total sur 1 h	0 999	0.1	Km
VT	Vent total / 1mn	0 999	0.1	M
V	Force vent moyen (10 mn)	0 100	1	M/s
DV	Direction Vent moyen (10 mn)	0 360	10	Degrés
VX	Vent max. Force	0 100	1	M/s
VN	Vent min. force	0 100	1	M/s
GIX	Direction associée à VX	0 360	10	Degrés
GIN	Direction associée à VN	0 360	10	Degrés
P	Pression atmosphérique	/	0.1	Millibar

La collecte des échantillons des vents de sable s'est étalée sur une durée d'une année. Elle a débuté le 1^{er} Mai 1999 et s'est achevée l'année suivante le 04 Avril 2000.

Le dispositif mis en place pour cette collecte permet, grâce à un orifice, de piéger le sable transporté par le vent dans des bacs, en provenance des différents secteurs géographiques.

Le sable est donc piégé aussi bien en amont (ouverture face au vent) qu'en aval du dispositif (ouverture sous le vent).

On simule donc parfaitement l'effet des vents de sable sur les ouvertures d'un bâtiment exposé à ces phénomènes. Pour pouvoir quantifier uniquement la quantité de sable provenant d'une direction donnée, un deuxième dispositif (quantificateur) a été installé (fig. 2).

Celui-ci selon le modèle FAO, a été étudié en collaboration avec le bureau d'études du CRNB/Birine et réalisé par l'atelier de maintenance de POVAL/Berouaghia. Avec un seul orifice tournant face au vent, il permet de collecter le sable dans l'un des huit godets (fig. 3 et 4).

Ainsi, il indique l'origine du secteur géographique des vents de sable et leur quantité.



Fig. 2 : Quantificateur de vent de sable



Fig. 3 & 4 : Vues des godets de collecte du grain de sable



La quantification des lithométéores collectés mensuellement sur le terrain à la station P.N.R. de Benhar, permet de déterminer le cadre climatique du vent de sable dans la région (fig. -5- et -6-).

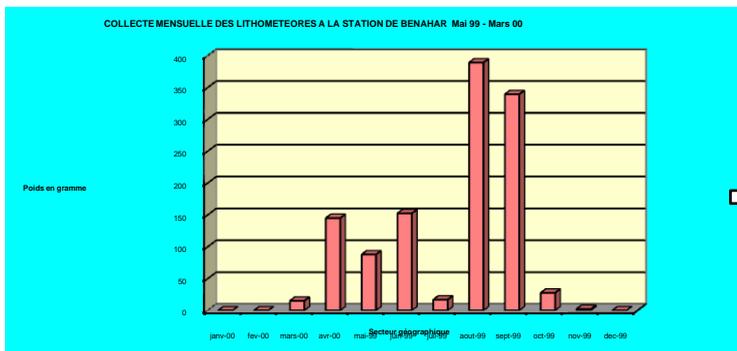
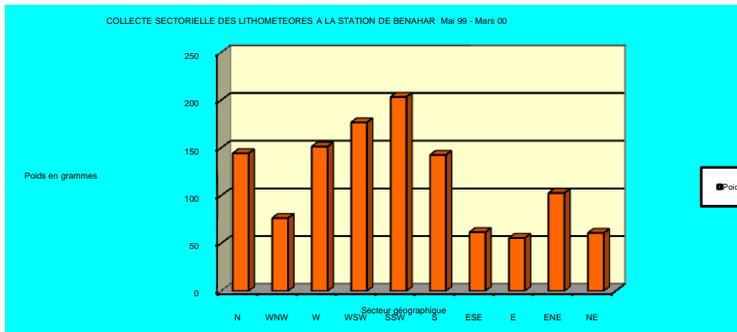


Fig. 5 & 6 : Quantification sectorielle des lithométéores en transit éolien



IV- Collecte, mise en forme et analyse des données relatives à la dynamique des vents observée à la station de Ain Oussera :

Cette étude sur les statistiques des vents observées à la station de Ain Oussera est réalisée à partir des documents climatologiques appelés TCM (Temps Climatologiques Mensuel) relatifs à la période du 1er Janvier 1990 au 31 Décembre 1995 [4]. Dans les calculs, on a comme pour tous les autres éléments météorologiques, fait abstraction des nombres qui ont paru trop invraisemblables. Enfin, pour se rendre compte de la distribution des vents efficaces et non efficaces [5] dans la région, il a été dressé une statistique aussi complète que possible de la fréquence des vents des 16 directions pour chacun des mois de l'année.

Les résultats obtenus [6] sont présentés dans les figures suivantes (fig. 7 à 11).

Fig. 7 : Roses des vents saisonniers de la station de Benhar

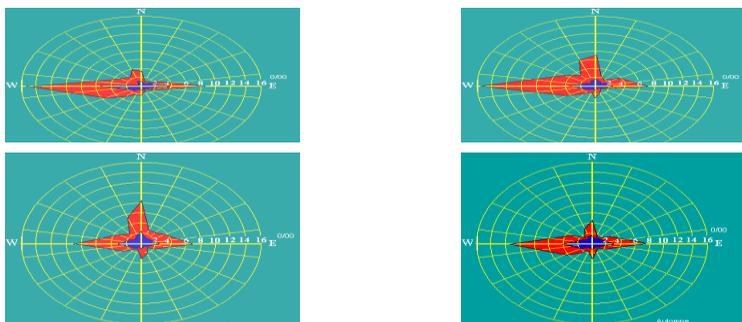


Fig. 8 : Rose des Vents annuelles : Région de Ain-oussera

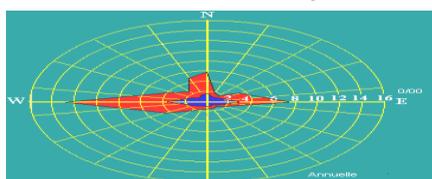


Fig. 9 : Fréquence des vents mensuelle
 Echelle : 1 division = 20 %, Calme = 398.7 %

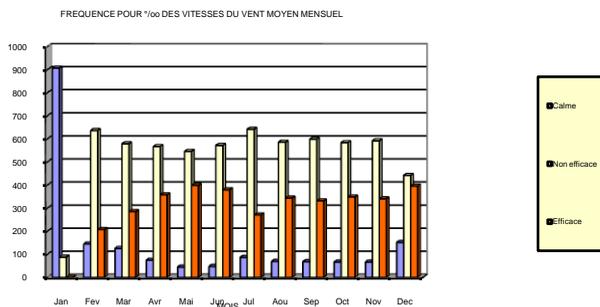


Fig.-10- : Vitesses des vents non efficaces

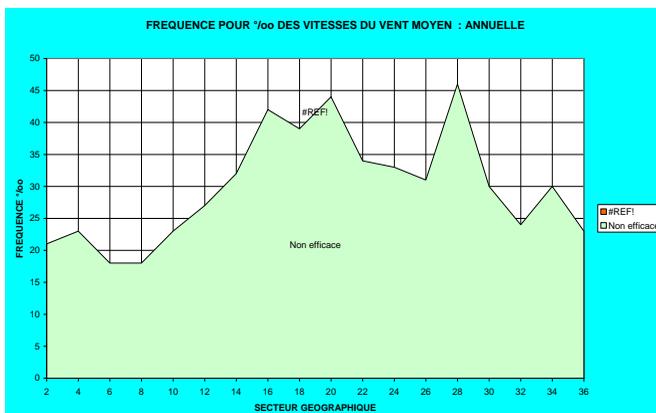
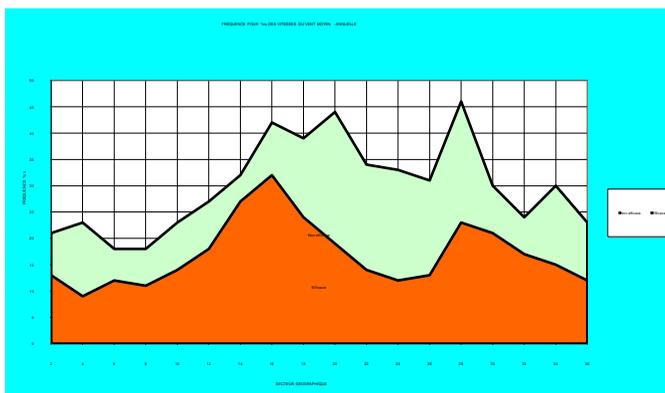


Fig. 11 : Fréquence des vents efficace



CONCLUSION :

Concernant la répartition des lithométéores collectées par secteur à la station PNR de Benhar, on observe que :

- Les vents de sable printaniers sont étalés sur trois mois et sont de moyenne intensité.
- Les vents de sable estivaux sont de forte intensité au mois d'août.
- Les secteurs Sud (S) et les secteurs Ouest (W), l'emportent sur les autres secteurs.
- Les lithométéores collectées au niveau du secteur Est (E) sont très faibles, et ce malgré l'effet de sillage de l'installation.

Les observations des lithométéores et les quantités de sable collectées par le quantificateur nous amènent à constater que les sables sont surtout en provenance de la direction Sud (S) à Sud-Sud-Est (SSE) et Ouest (W) ; quant à l'étude climatique des vents, elle indique que la fréquence des vents inactifs et calmes (619,8 %) l'emporte sur celle des vents actifs (380,2 %). Toutefois ces derniers demeurent relativement nombreux par comparaison à d'autres régions semi-arides.

Références bibliographiques

- [1] **Messen N., Moulla A., Souag A., Bouzenboua Z.**, 1998 : Variation des concentrations du tritium dans les précipitations à Birine en relation avec les conditions météorologiques rencontrées- Recueil des premières journées d'études sur les applications des techniques nucléaires en ressources hydrique et en agriculture. Université de sciences et de la technologie d'Oran, Algérie.
- [2] **ONM**, Station automatique ENERCO-400, 1998 : – Notice d'utilisation – CIMEL.
- [3] **CTM**, 1976 : Notice d'infrastructure d'aménagement et installation de la station automatique SIMOUN – Trappes Janv.
- [4] **Messen N.**, 1994 : Cadre dynamique des vents de sable et la dégradation du milieu naturel. Premier colloque : Climat et Environnement - ARCE - Oran 5-6-7/11.
- [5] **Mainguet M., Callot Y.**, (?) : L'erg de Fachi-Bitma. Editions CNRS, 52 p.
- [6] **Messen N., Kshadji Merzouk N., Brague A., Zaidi C., Benzenboua Z.**, 2000 : Contribution à l'étude du vent en rapport avec l'érosion éolienne dans les zones aride, Rapport technique final. CRSTRA, Biskra-Algérie, vol. 1 & 2.

NB : Ce travail a été réalisé dans le cadre d'un projet national de recherche [6], domicilié au Centre de Recherche Scientifique et Technique des Régions Arides et rattaché au CRNB-INRF-CDER. Chef de projet : N. MESSEN, CRNB.

**UTILISATION DE LA TELEDETECTION DANS LA CARTOGRAPHIE
ET LE SUIVI DE L'ENSABLEMENT :
« CAS DE LA REGION DE M'DOUKEL EN ALGERIE »**

Mostephaoui T.¹, Dif A.², Chellouai L.², Benmessaoud H.³

¹ Centre de Recherche Scientifique et Technique des Régions Arides

² Centre National des Techniques Spatiales

³ Université de Batna.

RESUME

Depuis plusieurs années, l'Algérie cherche à répondre à la menace de la sécheresse et de la progression de la désertification dans les zones intérieures du pays, jusque-là épargnées par ces fléaux.

A part quelques travaux et publications relatifs aux aires affectées par l'érosion éolienne, les projets pluridisciplinaires destinés à la compréhension des processus de dégradation qui résultent de la mauvaise gestion des sols et celle des ressources en eau, deux ressources rares en régions arides, sont peu nombreux.

Aussi, il nous semble urgent, voire impératif, d'intervenir avant que la situation ne soit irréversible. Dans ce cadre, l'étude faisant l'objet de cette communication, vise à démontrer la possibilité de suivi par télédétection du phénomène d'ensablement de la ville et des terres agricoles de la commune de M'Doukel.

Cette étude se base sur l'analyse multi temporelle de l'évolution de ce phénomène à partir des données images à moyenne résolution (32 m) du satellite algérien Alsat 1 et de Landsat 7 ETM+.

Les cartes thématiques dérivées sont relatives aux états de surface des sols, au pourcentage de la biomasse et aux divers indices de sensibilité du sol à la dégradation.

Nous montrerons tout particulièrement l'importance des masses montagneuses dans la fixation des dunes.

Mots clés : *Menace, désertification, sécheresse, télédétection, multi temporelles, fixation, dunes.*

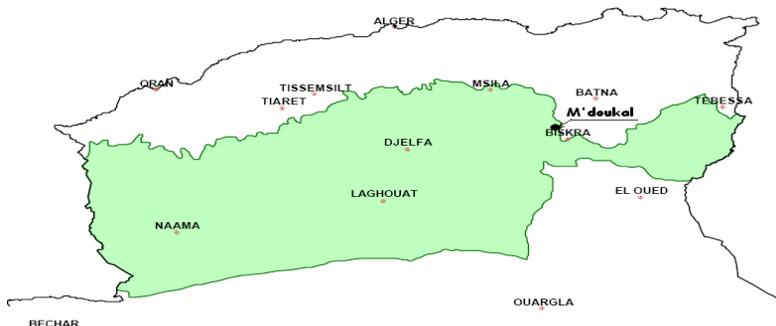
Préambule

La désertification et l'ensablement sont, à l'instar des changements climatiques, ou de la diversité biologique, des phénomènes mondiaux et non pas seulement régionaux ou locaux (CCD, 1998).

L'Algérie qui compte près des ¾ de son territoire sous l'emprise de ces phénomènes, se classe parmi les pays qui voit la dégradation de ces terres à un niveau élevé (PNUE, 1993).

Actuellement des menaces pèsent sur les zones fragiles du Nord, et notamment au niveau de la steppe, où, déjà plus de la moitié de sa surface (20 millions d'ha) est menacée par la désertification et l'ensablement (figure 1). Des efforts sont entrepris, ici et là (barrage vert, palissades, etc.), mais ces actions restent dispersées et ne constituent, souvent, qu'une réponse à des cas d'urgence et à des problèmes ponctuels ; comme elles demeurent limitées, eu égard à l'étendue des zones à protéger et à la complexité des facteurs mis en cause.

Figure 1. Délimitation des steppes algériennes (Nedjraoui 1992)



L'accélération de ces fléaux a entraîné des impacts négatifs, tant sur le plan économique que social, sur toutes les zones se trouvant à travers l'Atlas saharien et surtout sa partie orientale (Ghazi. Sd). D'où le choix de la zone d'étude de M'Doukel, qui se trouve confrontée à un certain nombre de problèmes tels :

- l'apparition des premiers reliefs de sables face à la plaine du Hodna, zone d'accumulation et de piègeage du sable ;
- l'ensablement des infrastructures de communications et l'enclavement de certaines agglomérations ;
- la menace des terres agricoles par la progression des dunes ;
- l'exode des populations.

Présentation de la zone d'étude

D'une superficie de 17 300 ha, la ville de M'Doukel fait partie des hautes plaines steppiques. Elle appartient à l'étage climatique aride subdésertique. Elle est caractérisée par des pluies généralement irrégulières et insuffisantes. La moyenne annuelle des précipitations est assez faible, généralement comprise entre les isohyètes 100 et 300 mm/an (Kadik, 1982). L'amplitude thermique journalière est très importante ; elle peut atteindre 35° C (Zedam, 1985).

Les vents de la région sont variables avec une vitesse et une orientation qui dépendent surtout des conditions locales de la topographie (Djebel Ahmar, Dj. Metlili et Dj. Bouzekra). La fréquence des vents dominants est de 13 % au Nord Ouest ; ce qui explique la forme des édifices éoliens *in situ*, et leur orientation vers le Nord Est (Benazzouz, 1994).

Elle fait partie aussi du bassin sédimentaire (quaternaire) dont le substrat est composé de roches calcaires et gypseuses, recouvert d'épaisses couches d'argile et de limon sableux (Halitime, Sd).

Le paysage géomorphologique de la zone est caractérisé par la présence de trois zones distinctes :

- la partie Nord est représentée par des accumulations éoliennes qui forment un cordon dunaire dont la largeur dépasse deux kilomètres sur dix kilomètres de longueur ; ce cordon est formé par des dunes vives (Barkhanes) complètement nues, d'une taille qui varie de 2 à 3 mètres de haut : ces dunes sont séparées par de petites dépressions d'un gradient qui varie entre 0,5 et 2 % ;
- la partie Ouest est caractérisée par une dépression qui représente le chott de M'Doukel, dont la côte est de 400 mètres ;
- la partie Sud est formée par un relief peu accidenté où l'altitude maximale est représentée par Djebel Ahmar : 923 m, Djebel Es Saiadi et Djebel Mehaieb : 655 mètres.

Les ressources de l'agriculture sont limitées, si on les compare aux populations qui y vivent.

Quant aux sols, ils présentent souvent des croûtes calcaires ou gypseuses et sont, la plupart du temps, salés et sujets à l'érosion et à une salinisation secondaire (Aubert, 1960).

Objectif de l'étude

L'objectif principal de notre étude est d'utiliser le pouvoir synoptique de l'image satellitaire, ainsi que son pouvoir spectral et multitemporel, pour produire des spatiochartes exprimant, à un moment donné, la distribution spatiale des différents niveaux de dégradation de la végétation, ainsi que la dynamique arénacée, afin de démontrer le rôle des obstacles naturels (montagnes) dans le piègeage du sable.

Dans notre étude, nous proposons donc :

- une cartographie de l'orographie de la région ;
- une cartographie des variations de la dégradation du couvert végétal ;
- une cartographie de la dynamique arénacée.

Méthodologie

La méthodologie utilisée (figure 2), est celle de l'analyse visuelle par photo-interprétation. Elle s'appuie sur le regroupement des thèmes similaires par leurs réflectances, leurs couleurs, leurs formes, leurs textures, ainsi que leurs structures. D'autres traitements sont aussi appliqués sur les images satellites (indices de végétation NDVI, indice de brillance IB et indice de sol nu Sn).

Les données utilisées sont celles des satellites Landsat 7 (image ETM+ du mois de Mars 2000) et Alsat1 (Mars 2005).

Des traitements sont effectués sur les images, à savoir :

- **L'indice de brillance** qui prend en compte l'albédo de surface pour dissocier les sols à couvertures végétales, des étendues minérales. Cet indice est construit à partir des canaux rouges et proches de l'infra rouge (PIR), suivant la formule suivante :

$$\text{Indice de Brillance} = \sqrt{R + PIR}$$

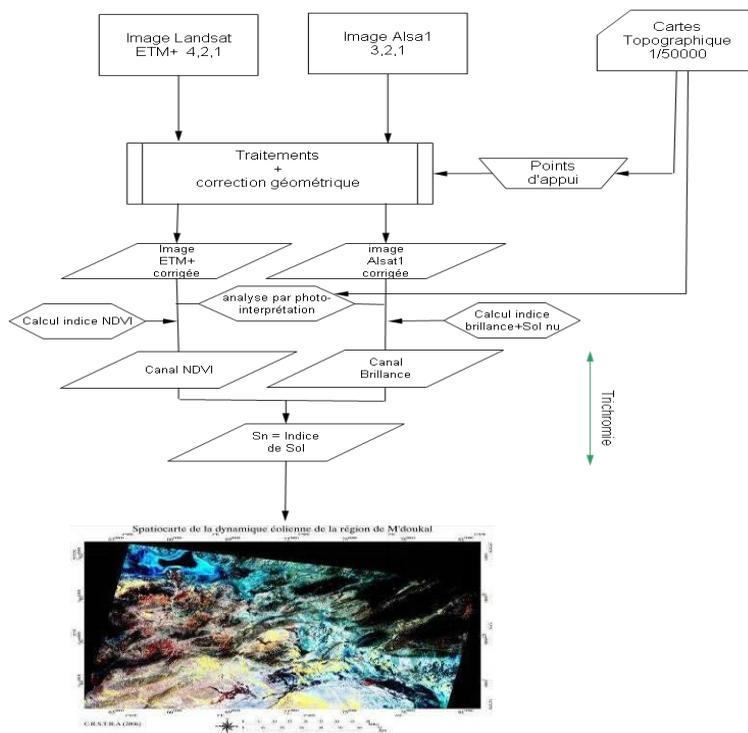
Cet indice est sensible à la **brillance** des sols. Les sols humides présentent parfois des sels en surface. Lorsqu'ils sont très humides où couverts d'eau, ces derniers apparaissent sur les images avec une couleur très sombre.

Indice de sol nu : $S_n = (1/3.TM3-2/3TM4) -127$

C'est un indice des zones sans végétation, mettant en évidence les surfaces naturelles dunaires ou rocheuses (Gentil, 1997).

- **L'indice de végétation normalisé**, appelé aussi NDVI, est un néo canal construit à partir des canaux rouges et proches de l'infra rouge (PIR). L'indice de végétation normalisé met en valeur la différence entre la bande visible du rouge et celle de l'infra rouge. Cet indice est **sensible à la quantité et la vigueur de la végétation**. Il met en évidence les niveaux de végétation chlorophyllienne. La réponse spectrale d'un couvert végétal dense est forte dans le proche infrarouge (à cause de l'activité chlorophyllienne) et faible dans la longueur d'onde du rouge, alors que la réponse spectrale d'un couvert très clairsemé est inverse (forte influence des minéraux par rapport à l'activité chlorophyllienne).

Figure 2. Organigramme général de l'étude.



Résultats et discussions

1/ Application de l'NDVI sur l'image ETM+ de Landsat 7 :

L'application de l'indice de végétation normalisé sur l'image ETM+ de Landsat 7 nous a permis d'avoir une meilleure discrimination de la végétation, car le taux de couverture est supérieur à 30 % ; le signal radiométrique enregistré par les capteurs du satellite dans les domaines du visible et du PIR, n'est pas influencé de façon significative par le sol sous-jacent.

Dans ce cas, les classes de végétations ont été identifiées pour permettre la localisation des zones dégradées, des zones nues et des zones couvertes.

2/ Application de l'indice de brillance sur l'image Alsat 1 :

Inversement, l'application des indices de brillance (IB) et du sol nu (Sn) sur l'image Alsat 1, nous a permis de cartographier les sols nus, les voiles sableux, ainsi que les formes structurales des glacis et les cônes de déjections.

Ces classes décrivent la dynamique éolienne avec une meilleure discrimination entre les sols sableux, les sols nus. Ces dernières classes ont été considérées pour couvrir l'ensemble des variations rencontrées sur le terrain :

- les formes anciennes aux matériaux éoliens représentées par des plages sableuses au pied du Djebel (couleur jaune) ;
- les formes anciennes aux matériaux éoliens gypseux, comportant les micros dunes et les micros nebkhas (couleur jaune clair) ;
- les formes actuelles occupant une superficie importante qui longe la ligne des chotts.

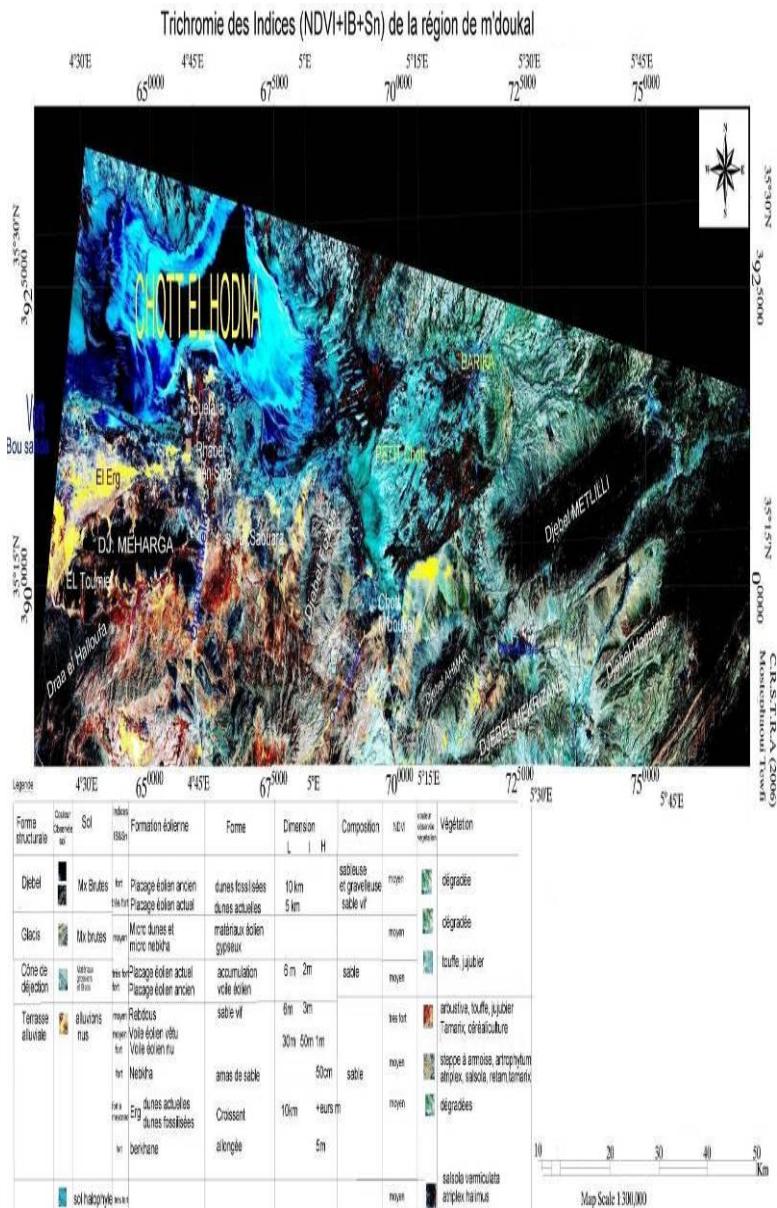
3/ Composition colorée à partir d'indices

Chaque indice représente un, voire deux domaines particuliers (minéral, végétal, sol nu, etc.) à l'exclusion des autres.

Leur apparition en gris, ont favorisé la lisibilité, mais limité la comparaison (exagération de luminance des pixels).

Le croisement des images brutes d'indices, en trichromie, semble lever cette contrainte ; elle nous a permis d'avoir l'ensemble des thèmes cités précédemment (figure 3).

Figure 3. Trichromie IB, Sn, NDI



Dynamique éolienne dans la région d'étude

Les travaux réalisés par le Pr Benazouz en 1994, ont permis de démontrer qu'il existe des axes d'accumulations préférentiels de sable, selon la disposition des reliefs.

En interprétant les images satellites, on remarque qu'il existe réellement de grandes accumulations sableuses généralement localisées sur les versants sous forme d'ergs, placage éolien, ou champs de dunes.

En effet trois axes préférentiels forment à la fois un ensemble de directions dont on déterminera la résultante.

• **Orientation Nord Ouest**

Le long de l'Oued Youcef et de l'Oued Sahbana, ainsi que quelques zones localisées aux environs de la Souara, de vastes accumulations Nord Ouest situées dans la principale ouverture du Hodna sur M'Doukel, où la déflation éolienne est très sévère et le déplacement des sables vifs, très rapide.

• **Orientation Ouest**

Le grand Erg de Sahbana, à la base du piémont Nord de Djebel Sahbana, est constitué par un ensemble dunaire de sables vifs actuels, auxquels s'ajoutent les immenses placages éoliens qui se trouvent sur le versant Nord du djebel exposé au vent. Dans la même orientation le long de la bordure sud du côté d'El Hodna, des accumulations immenses, constituent la lunette de la sebhka.

• **Orientation Nord Est**

Localisée dans la partie Est de M'Doukel, c'est la direction où les conditions de déflation sont peu sévères. Cette région constitue une zone de dépôt des sables ; c'est aussi une zone d'accumulation. Ces accumulations sableuses sont moins importantes par rapport aux deux premières ; leur extension est très limitée. Les accumulations sont plaquées contre les versants Ouest de djebel Fozna, dj. Saoura et Dj Oum Itami, sous forme de placages éoliens actuels. Dans ce même axe, ces placages parsement les petits obstacles tels : Ferd El Guelalia, Ferd Ouastani, Ferd El Foukani, et sont disposés dans le même axe, à proximité de la bordure Sud du chott.

« La chaîne atlasique constitue donc une barrière efficace contre la migration des sables. Cette fonction est illustrée par l'axe montagneux Ahmar-Houassi (900-950 m) bloquant sur le piémont nord la progression des sables du hodna (400 m) et les accumulant sous forme de plusieurs générations successives d'ergs, qui viennent systématiquement se bloquer contre le piémont du djebel Ahmar (Benazzouz, 1994) ».

Conclusion

La présence de dunes, et leurs déplacements, est une menace constante dans notre région, gênant ainsi les implantations et les activités humaines.

Les dunes menacent par leur progression les terres agricoles, les parcours, les points d'eau, les routes et les infrastructures.

L'intérêt général de cette étude, est de voir l'apport de l'imagerie spatiale, ainsi que son pouvoir synoptique et multitemporel, dans la cartographie de la dynamique éolienne, de son ampleur, du sens d'évolution des sables. Les zones vulnérables et le rôle de l'orographie dans la fixation du sable, sont un moyen de lutte contre l'ensablement.

Ainsi, l'apport de la spatio-carte dans le suivi de l'écosystème et de la perception des changements agro écologiques en fonction de la pratique anthropique (le labour et le surpâturage), n'est plus à démontrer.

De cette étude, nous avons pu déduire l'existence des principaux couloirs éoliens de passage de sable ; cette orientation préférentielle coïncide avec la disposition des obstacles orographiques ; d'où le rôle important de ces dernières dans la canalisation du flux, qui donnent trois orientations, dont la plus dominante est celle du Nord Ouest.

L'orientation Nord ouest freine la progression du sable vers les hautes plaines du Nord (sétifiennes).

L'orientation Ouest et Sud Est constitue une menace sérieuse de la partie Nord de la wilaya de Batna et, par voie de conséquence, l'Est de l'Algérie. Car une analyse texturale du sable (quartz, faibles quantités de calcite et de gypse) accumulé dans la région de Ain Djasser (la limite Nord de la wilaya de Batna), faite au département des sciences des sols (Université de Batna), conclue que le sable semble provenir de la zone d'étude. Ce qui permet de dire que, certes le relief de l'Atlas saharien oriental constitue un obstacle à l'ensablement, mais il constitue aussi un facteur d'accélérateur et producteur d'un mouvement de turbulence des vents, par la présence de la vallée de Theniet es Sgouag, qui est perpendiculaire au relief (Ahmar & El Houassi). Elle assure une certaine perméabilité de l'obstacle orographique et constitue une zone de passage des sables vers l'Est (Benazzouz, 1994).

Pour atténuer ce phénomène, les décideurs et/ou les acteurs sur le terrain, doivent élaborer des programmes d'intervention plus précis, en amont des zones touchées, par des campagnes de reboisement successives, sous forme de ceinture de quelques centaines de kilomètres, coupant la partie Nord de celle du Sud. Cette ceinture constituera un barrage vert, dont l'emplacement doit être basé sur des études bien réfléchies, afin d'éviter le gaspillage d'argent dans des fixations de sable localisées.

Références bibliographiques

- BENAZZOUC M. T.**, (1994): Etude des interactions relief-migrations éoliennes de sable dans la région de M'doukal, Algérie. Méditerranée, revue géographique des pays méditerranéens. Trimestriel Tome 80, 3.4. Pp 51-58.
- CCD**, 1998 : – La désertification en quelques chiffres. Conférence of the parties of the Convention to Combat Desertification, *in* Dakar, Novembre/décembre 1998.
- CNTS**, 1989 : – Cartographie et inventaire des nappes alfatières sur l'ensablement des Wilayas.
- CSFD**, 2005 : – La télédétection au service de l'étude et de la surveillance de l'environnement planétaire. N° 2 pp 4-31.
- GENTIL W.**, 1997 : – Caractérisation et suivi d'un champ dunaire par analyses sédimentologiques et télédétection (Essaouira-Cap Sim/Maroc atlantique) Pp 200-220.
- GHAZI A.** Sd : - La désertification en Algérie : Aspects environnementaux et sécuritaire. Résumé d'une communication.
- HALITIME A.**, Sd : – Sols des régions arides d'Algérie. Office des publications universitaires. Pp 1-45.
- KADIK B.**, 1986 : – Les arbres et les arbustes dans la lutte contre la désertification. Séminaire international sur la stratégie générale d'aménagement et de développement de la steppe et des zones arides. 16-52.
- LE HOUEROU H. N.**, 1969 : – La végétation de la Tunisie steppique (avec référence aux végétations analogues d'Algérie, de Lybie et du Maroc). Ann. INR.
- MOSTEPHAOUI T. et al.**, Sd : Réalisation de la carte de sensibilité à la désertification à partir de l'imagerie spatiale. Séminaire international sur l'utilisation spatiale pour la prévention des risques majeurs. Arzew, 9p.
- NEDJRAOUI D.**, Sd : Les steppes Algériennes : zones sensibles à la désertification. MEDREP: Concerted Action to Support the Elaboration of the Northern Mediterranean regional Action Programme-University of Sassari, second Workshop: identification of sensitive Areas in the Northern Mediterranean, 14 p.
- OZENDA P.**, 1991 : – Flore et végétation du Sahara. 3^{ème} édition. France.
- POUGET M.**, 1980 : - Les relations Sol-Végétation dans la steppe Sud-algéroise. Edition de l'ORSTOM - Paris Pp. 11-123. ROSELT/OSS.
- UNCCD**, Sd : Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification dans les pays gravement touchés par la secheresse et ou la désertification, en Afrique. Texte avec annexes, Pp 5-78.
- UNESCO**, Sd : – Les zones arides.

COMMENT PEUT-ON LUTTER CONTRE LA DESERTIFICATION ?

Djabeur A. & Kaid-Harche M.

Département de Biotechnologie végétale. Université des sciences et de la technologie d'Oran, USTO - Armoise2001@yahoo.fr - sidjabeur@yahoo.fr

RESUME

Les Poacées vivaces occupent une place très importante dans les Hauts Plateaux algériens. Parmi ces espèces l'Alfa (*Stipa tenacissima*) et le Sparte (*Lygeum spartum*) constituent une barrière naturelle contre l'avancée du sable et la désertification. Ces espèces, de par leur plasticité écologique, contiennent un pool de gènes « marqueurs » fort intéressant pour les recherches en amélioration des plantes et en génie génétique.

Malheureusement ces espèces spontanées ont subi une dégradation considérable ces dernières décennies, laissant place aux sables dunaires, provoquant un changement radical de l'écosystème steppique et une aggravation du processus de désertification.

La préservation de l'écosystème steppique est fortement liée à la mise en place et au suivi de la régénération des espèces végétales dans leur biotope.

Le but de ce travail est d'étudier la biologie de la reproduction de différentes populations d'Alfa et de Sparte.

La recherche des capacités reproductives des deux espèces (état morphologique des inflorescences au moment de la reproduction, qualité physiologique des caryopses produite par ces espèces, état sanitaire, fertilité, viabilité) a fait l'objet du premier volet de ce travail.

Le deuxième volet de cette étude consiste en l'examen de l'influence des conditions environnementales (température, lumière) et de l'effet de l'acide gibbérellique et du polyéthylène glycol sur la germination.

Ces études sont plus qu'indispensables si on veut améliorer la qualité germinative des caryopses de ces espèces et les utiliser pour la régénération dans leur milieu naturel.

Les premiers résultats obtenus sont encourageants, nous avons pu déterminer la quantité des caryopses fertiles et stériles pour les populations des deux espèces.

Nous avons aussi déterminé l'effet des téguments, de la température, de la lumière et de la post-maturation sur la germination.

Le traitement par le GA3 et le PEG a amélioré nettement la germination en rendant les caryopses moins sensibles aux conditions environnementales.

Mots clés : *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*, caryopses, germination, régénération.

**LE DEVELOPPEMENT DURABLE, UNE REPONSE A LA
DESERIFICATION DE LA STEPPE**

Halem M.

Chef d'études auprès du Délégué à la relance économique. Services du Chef du Gouvernement. liliaces@yahoo.fr

RESUME

Le déséquilibre écologique, à la base du phénomène de désertification, relève d'une situation conflictuelle en l'absence d'un arbitrage autour des questions de remontée biologique des parcours, de l'activité pastorale et des conditions de vie des populations.

Ceci nous renvoie à la notion de développement durable, dans la recherche de synergies entre les politiques sectorielles, totalement ancrées dans une authentique politique d'aménagement du territoire.

Il s'agit en quelque sorte de concevoir un projet fédérateur des initiatives et des volontés, au bénéfice des populations locales, qui doivent vivre autrement leur territoire que dans la dégradation du milieu et le risque latent de la pauvreté et de la précarité de leur existence.

C'est à ce titre que la dimension humaine prend un caractère essentiel, dans la mesure où le but recherché est la réconciliation de l'homme avec son milieu. Cela ne saurait se faire sans la prise en charge effective des préoccupations des populations et d'une revitalisation rurale, seule à même de stabiliser les populations dans leurs terroirs.

Cette revitalisation d'espaces ruraux est aussi une manière d'offrir à la population des services publics de qualité et des possibilités de travail, autres que l'élevage extensif sur les parcours.

Les zones steppiques recèlent d'énormes potentialités qu'il s'agira de mettre en valeur dans une dynamique de pluriactivité, génératrice de richesses.

Il s'agit aussi d'opérer une mutation progressive dans les mentalités, dès lors que les jeunes disposent de formations appropriées leur permettant de mieux maîtriser les process technologiques, liés aux nouvelles activités à créer, dans différents domaines de l'agriculture, de l'environnement, du tourisme, des NTIC, de l'électronique, ...

En tout état de cause, il s'agira de rechercher les alternatives économiques aux problématiques locales, axées tout particulièrement sur la préservation de l'environnement.

Cette revitalisation rurale passe aussi par la valorisation des savoirs faire locaux et des métiers, notamment ceux de l'agriculture et de l'environnement.

C'est pourquoi, un effort particulier doit être consenti en direction des jeunes, en vue de leur formation et leur sensibilisation sur les perspectives de leur avenir.

ETUDE PHYTO-ÉCOLOGIQUE ET VALEUR PASTORALE DES PARCOURS DE LA REGION DE MESSAD (W. DE DJELFA)

Chebouti A.¹, Maamri F.¹, Brouri L.³, Bekai F.², Rahmani D.¹

¹ Institut National de Recherche Agronomique d'Algérie, CRP Mehdi Boualem Alger

² Institut National de Recherche Agronomique d'Algérie, Unité de recherche Djelfa

³ Haut Commissariat pour le Développement de la Steppe Djelfa

RESUME

Notre travail a porté sur l'étude phyto-écologique et la détermination de la valeur pastorale des parcours de la région de Messaad (W. de Djelfa).

C'est une région de transition entre deux types de formations végétales : les formations des hauts plateaux à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba alba* et les formations des régions présahariennes à *Arthrophytum scoparium*.

La plupart des sols de cette zone sont calcaires, peu profonds, présentant un taux de matière organique faible et une texture sableuse, qui les rend sensibles à l'érosion.

Elle reçoit une pluviosité moyenne annuelle égale à 232 mm.

La température y est élevée en été.

A cela s'ajoutent des vents fréquents, qui accentuent l'érosion éolienne.

Quatre unités de végétation ont été déterminées : 03 faciès à dominance de *Stipa tenacissima* et 01 faciès à dominance de *Arthrophytum scoparium*.

Nous avons noté que les meilleurs recouvrements de la végétation ont été enregistrés par les unités qui ont bénéficié d'une mise en défens, et qui ont présenté un nombre élevé d'annuelles.

Mots-clés : *Parcours steppiques, valeur pastorale, Djelfa.*

Ces dernières années, les parcours steppiques ont connu des changements brutaux dans leur modes de gestion, la conduite judicieuse des espaces qui assurent les productions fourragères, le tout basé sur le nomadisme et la mise en défens, qui assuraient cycliquement la régénération du couvert végétal et la protection des sols fragiles de ces régions.

Nous en sommes arrivés aux défrichements et la mise en culture, surtout des céréales, dont les rendements sont dérisoires. Ce qui a conduit à une dégradation souvent définitive (irréversible) de ces espaces.

Cette dégradation rapide des ressources végétales steppiques et de leur support édaphique qui s'est accélérée, fragilise d'avantage le système et rend encore plus aléatoire ses caractéristiques fonctionnelles, sa productivité primaire essentiellement (Aidoud, 1994).

Pour une meilleure gestion des parcours steppiques et afin de limiter leur dégradation et d'améliorer leur productivité, nous avons essayé de connaître l'état et la valeur des parcours de la région de Messaad dans la wilaya de Djelfa.

Présentation de la zone d'étude

La région de Messaad s'étend sur une superficie de 13 962 ha. C'est une zone de transition entre deux types de formations végétales : les formations des hauts plateaux à *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba alba* et les formations des régions présahariennes à *Arthrophytum scoparium*.

La plupart des sols de cette zone sont calcaires, peu profonds et présentent un taux de matière organique faible, ainsi qu'une texture sableuse qui les rend sensibles à l'érosion ; les terres agricoles se situent le long de l'oued de Messaad.

La pluviométrie est très faible : 170 mm/an. Elle est inférieure à 100 mm/an en cas de sécheresse.

La température est élevée en été. A cela s'ajoutent des vents fréquents, qui accentuent l'érosion éolienne.

Méthodologie

La méthode linéaire de type « points quadrats » (Gounot, 1969 ; Daget et Poissonnet, 1971) a été utilisée. Sur une ligne de lecture de 10 m de long, l'état de la surface du sol (voile éolien, pellicule de glaçage, éléments grossiers, litière, sol nu et affleurement) et les espèces présentes ont été notées tous les 10 cm.

La valeur pastorale, qui est un indice de la qualité des parcours, est exprimée en multipliant les contributions des diverses espèces par les indices correspondants et en additionnant les valeurs obtenues (Daget et Poissonnet, 1972 ; Hirche, 1995 ; Hirche, 1999). Elle tient compte des trois paramètres suivants :

a. L'état du couvert végétal exprimé par le recouvrement global de la végétation : $RG (\%) = (n / N) \times 100$

b. La fréquence centésimale de l'espèce déterminée par le rapport du nombre (ni) de fois où l'espèce (i) a été rencontrée sur la ligne, au nombre de points échantillonnés : $Fsi = (ni / N) \times 100$

c. La contribution spécifique au tapis végétal de chaque espèce est fournie par la formule : $Csi = Fsi / \sum Fsi$

d. Selon Daget et Poissonnet (1990), la valeur pastorale est calculée à partir de la formule suivante : $Vp (\%) = 0,1 \sum (Csi \times Isi)$

Cette valeur pastorale est pondérée par le recouvrement global de la végétation.

L'étude réalisée nous a permis d'identifier quatre faciès de végétation pour la région de Messaad :

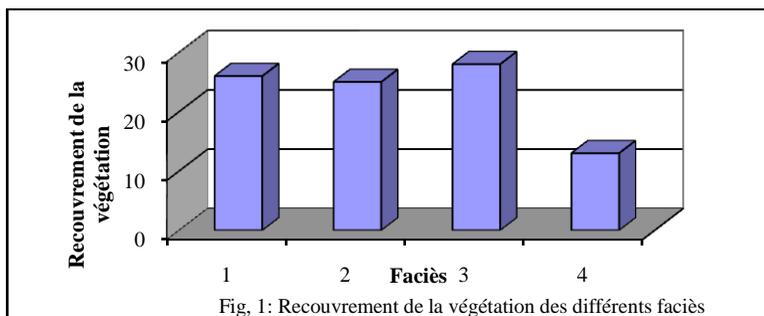
- 03 faciès, à dominance de *Stipa tenacissima*, et
- 01 faciès, à dominance d'*Arthrophytum scoparium*.

Le recouvrement global de la végétation des différents faciès est compris entre 28 % et 13 % (Tableau 1). Les meilleurs recouvrements de végétation ont été enregistrés au niveau des faciès où la *Stipa tenacissima* est dominante, alors que le recouvrement de végétation le plus faible a caractérisé le faciès à dominance d'*Arthrophytum scoparium*. Nous avons noté que les faciès à dominance de *Stipa tenacissima* présentent une richesse floristique plus élevée, avec plus de 25 espèces recensées par faciès, contrairement au faciès à dominance d'*Arthrophytum scoparium*, où le nombre d'espèces recensées est faible. Nous avons noté aussi que le taux du sable est très élevé, ceci est dû à la présence de l'alfa.

Tableau 1. Valeurs du recouvrement de la surface du sol

Faciès	Recouvrement						
	Pér. (%)	An. (%)	EG (%)	PG (%)	L (%)	S (%)	RG (%)
1. <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Arthrophytum scoparium</i>	21	5	2	3	5	64	26
2. <i>Stipa tenacissima</i> pur	25	/	8	/	/	67	25
3. <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Arthrophytum scoparium</i>	20	08	5	10	20	37	28
4. <i>Arthrophytum scoparium</i> et <i>Stipa tenacissima</i>	12	01	17	18	02	50	13

Pér. : Pérennes ; An. : Annuelles ; EG : Eléments grossiers ; PG : Pellicule de glaçage ; L : Litière ; S : Sable ; RG : Recouvrement global.



Les résultats du tableau 2 montrent que les faciès à dominance de *Stipa tenacissima* ont présenté des valeurs pastorales supérieures par rapport au faciès à dominance d'*Arthrophytum scoparium*.

Selon le rapport phyto-écologique et pastoral (URBT, 1987), les faciès à *Stipa tenacissima* et *Arthrophytum scoparium* sont caractérisés par une productivité comprise entre 115 UF/ha et 34 UF/ha ; et les faibles valeurs pastorales notées, sont dues en grande partie au faible recouvrement de la végétation et aux caractéristiques propres de l'*Arthrophytum scoparium*, qui présente une faible valeur énergétique égale à : 0.24 UF/kg de matière sèche. Les sols squelettiques (10 cm de profondeur en moyenne) et caillouteux, ainsi que la faible pluviosité sont peu propices au développement d'espèces annuelles qui pourraient améliorer les qualités de ces parcours.

Tableau 2. Récapitulatif des principaux paramètres de la valeur pastorale des différents Faciès de végétation

Faciès	n	Fsi	Csi	CsixIsi	VP (%)
1. <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Arthrophytum scoparium</i>	46	0.41	1.099	2.333	16.32
2. <i>Stipa tenacissima</i> pur	25	0.25	1.000	5.360	13.4
3. <i>Stipa tenacissima</i> et <i>Arthrophytum scoparium</i>	28	0.28	0.999	4.619	12.93
4. <i>Arthrophytum scoparium</i> et <i>Stipa tenacissima</i>	13	0.13	0.998	4.910	6.38

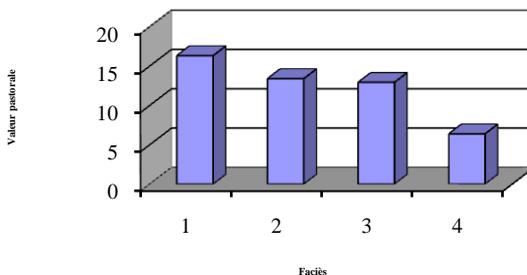


Fig. 2: Valeur pastorale des différents faciès

Conclusion

A la lumière des résultats obtenus, il est clair que les parcours steppiques ont subi une forte dégradation due essentiellement aux actions de l'homme et à la sévérité des conditions climatiques. Cette dégradation a conduit à une diminution de la production de ces parcours et à la désertification. Cette situation appelle à une meilleure gestion de ces parcours, afin de limiter leur dégradation et d'améliorer leur productivité, permettant ainsi la préservation de l'activité de l'élevage.

Bibliographie

- Aidoud A.** 1994 : Les changements écologiques dans les espaces steppiques : Causes et Implications pastorales. *Parcours Demain* (numéro spécial) : 9 – 14.
- Daget P., Poissonnet J.,** 1971 : Une méthode d'analyse phyto-écologique des prairies. *Ann. Agro.* 22 (1) : 5 – 41.
- Daget P., Poissonnet J.,** 1972 : Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages. *Fourrages*, 49 : 31 – 39.
- Gounot M.,** 1969 : Méthode d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson et Cie. Paris, 314 p.
- Hirche A.** 1995 : Sur la notion de la valeur pastorale. *Parcours Demain*, numéro spécial : 85 – 86.
- Hirche A., Boughani A., Nedjraoui D.** 1999 : A propos de l'évaluation de la qualité des parcours en zones arides. *Cah. Opt. Méditerranéennes*, vol. 39 : 193 – 197.
- URBT,** 1987 : Rapport phyto-écologique et pastoral. Wilaya de Djelfa. Unité de Recherches sur les Ressources Biologiques Terrestre. Uni. Scie. Tech. Houari Boumediene, 159 p.

**LA REGENERATION DES PARCOURS DANS LA STEPPE DU SUD
ORANAIS EN ALGERIE OCCIDENTALE**

Benchaben H.¹, Ayad N.¹, Maatoug M.² et Bendjafar³

¹ *Laboratoire de Recherche en Eco-développement des Espaces. Département des Sciences de l'Environnement. Faculté des Sciences. Université Djilali Liabes. Sidi Bel'Abbes. Algérie - hellal_b@yahoo.com*

² *Faculté des sciences. Université de Tiaret.*

³ *Institut National de la Recherche Forestière. Station de Telagh. Sidi Bel'Abbes.*

RESUME

La régénération et la reconstitution de la végétation steppique sont encore possibles par la pratique du nettoyage des touffes de leurs fatras et de son épandage sur les surfaces dénudées.

L'étude quantitative spatio-temporelle de la végétation steppique d'En Nouala a révélé que la densité des espèces végétales augmente sous paillage.

Cette augmentation est encore dépendante des conditions climatiques saisonnières, malgré l'atténuation de l'évaporation du sol par le paillage.

Mots clés : *Paillage, Alfa, Régénération, Végétation steppique, Fatras.*

**VARIATION TEMPORELLE DE LA VALEUR NUTRITIVE DES
PRINCIPALES PLANTES SPONTANÉES BROUÉTES PAR LE
DROMADAIRE DANS LE SUD-EST ALGÉRIEN**

Houari D. K. & Chehma A.

Laboratoire des bio ressources sahariennes. Université KM Ouargla

RESUME

A partir de l'étude que nous avons menée sur la variation temporelle de la composition chimique et de la valeur énergétique des principales plantes spontanées broûtées par le dromadaire dans les parcours du sud est Algérien, nous avons pu estimer que pour la composition chimique la totalité des espèces est relativement variable en MS : allant de 20.51 % pour l'Agga, à 75.76 % pour le Tagtag, pauvre en MAT, ne dépassant pas les 4.81 % ; tandis que pour la CD, la MM et la MO, les résultats obtenus sont relativement variables.

La variation saisonnière de la composition chimique n'est pas très nette. Elle est plus ou moins faible. La moyenne saisonnière de la teneur en MS fait ressortir que la saison la plus riche est bien la saison hivernale avec 58.96 % ; quant à l'autonomie et au printemps, les teneurs sont rapprochées avec respectivement 52.45 % et 53.41 %.

Pour la teneur moyenne saisonnière en MO, on enregistre des teneurs plus proches les unes des autres avec 89.28 % pour le printemps, 85.7 % pour l'hiver et 82.42 % pour l'automne.

De même, pour la MM on enregistre une teneur de 17.58 % pour l'automne, 14.31 % pour l'hiver et enfin 10.71 % pour le printemps.

En ce qui concerne la teneur moyenne saisonnière en MAT, on enregistre la teneur la plus élevée pour la saison printanière avec 4.22 %, suivie par la saison hivernale avec 3.89 % et pour l'automne, on enregistre la teneur la plus faible avec 3.48 %.

D'après la teneur moyenne saisonnière en CB, c'est l'hiver qui prend la tête avec 27.10 %, alors que l'autonomie et le printemps enregistrent des teneurs proches l'une de l'autre, avec respectivement : 23.71 % et 24.71 %.

Pour la valeur énergétique, d'une façon générale, les meilleures valeurs d'UFL et UFV sont enregistrées pour Zeita, Alenda et Agga avec respectivement 0.80, 0.78 et 0.75 UFL/Kg de MS et 0.77, 0.13 et 0.73 UFV/Kg de MS.

Par contre les plus faibles sont celles enregistrées pour Tagtag et Arfege, avec : 0.58 et 0.54 UFL/Kg de MS et 0.46 UFV/Kg de MS.

Pour la variation saisonnière, les meilleures valeurs d'UFL et UFV sont celles enregistrées au printemps avec : 0.72 UFL/Kg de MS et 0.65 UFV/Kg de MS par rapport à 0.65 à 0.63 UFL/Kg de MS et 0.59 à 0.56 UFV/Kg de MS respectivement enregistré en automne et en hiver.

Mots clés : *Variation temporelle, composition chimique, plantes spontanées, dromadaire*

**LES RELATIONS SOL-VEGETATION DU NORD-EST DU SAHARA ALGERIEN :
INVENTAIRE, CLASSIFICATION ET REPARTITION.
CAS DES OASIS DES ZIBAN**

Khechai S., Laadjal H.

Département d'Agronomie, Université Mohamed Kheider. Biskra, Algérie

RESUME

L'étude de la relation sol/végétation dans les Ziban a pour objectif de définir les grandes associations floristiques et leurs aires de répartition.

L'analyse des sols nous a permis de classer les accumulations en cinq unités pédologiques : les psaments, les calcids, les gypsids, les salids et les dépressions salées (sebkha) où les traits pédologiques sont, sous l'effet conjugué d'une nappe sulfatée chlorurée, des eaux de drainage, des apports éoliens et de la roche mère calcaire.

Malgré les faibles densités du couvert végétal, la diversité des espèces est plus ou moins remarquable.

L'examen des relevés de la végétation spontanée a fait apparaître les groupements floristiques suivants : les psamophytes, les calcicoles, les gypsifères et les halophytes.

A ce propos, la variabilité de la teneur en gypse et en sel conduit avec son augmentation à la disparition de ces espèces.

Ainsi les *Limoniastrum guyonianum* *Aristida pungens* sont liées à la présence des accumulations dunaires.

Dans les milieux gypseux sous forme de *deb-deb*, les associations végétales *Pituranthos battandieri*, *Halocnemum strobilacum* et *Hernaria mauritanicum* s'installent.

Les nappes d'*Anabasis articulata* *Salsola tetrandra*, *Salsola vermiculata* et *Sueda fruticosa* sont présentes dans les surfaces envahies par les sels. *Zygophyllum cornutum* et *Atriplex halimus* sont des espèces fréquentes dans toute la région

Enfin, l'examen du cortège floristique des palmeraies a fait illustrer les conséquences de la mise en valeur sur la disparition de la végétation naturelle.

Mots clés : *Aridité ; Ziban ; Palmeraies ; Psamophytes ; Gypsifères ; Halophytes.*

**DISPOSITIF EXPERIMENTAL
DE LA STATION DE RECHERCHE EN METEOROLOGIE
DES ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES**

Ouzaa L.

Office national de la météorologie

RESUME

Répondant au programme global de recherche et de développement de l'Office national de la météorologie, une station de recherche en météorologie des zones arides et semi-arides est implantée à Ksar Chellala.

L'objectif de cette station est de prendre en charge les problèmes liés au développement et à l'approfondissement de nos connaissances sur les processus atmosphériques des basses couches en milieu aride et semi-aride. Ces basses couches sont le siège des mouvements turbulents de l'atmosphère et des transferts d'énergie entre le sol et l'atmosphère libre.

La mission première de cette station est de constituer une base de données fiables pouvant servir à la recherche météorologique et répondre aux préoccupations des différents secteurs tels que : l'agriculture, l'environnement, l'industrie, les ressources hydriques, etc.

Elle est dotée d'un dispositif expérimental comprenant les instruments suivants :

- mât de 52 m, comportant 05 paliers de mesure des principaux paramètres météorologiques,
- mât de 04 m à 02 niveaux de mesures,
- parc de mesure de rayonnement (global, diffus, réfléchi, infrarouge et insolation),
- parc de mesure des températures au sol (20 cm dans le sol, 10 cm dans le sol, au niveau du sol, + 10 cm au dessus du sol, + 20 cm au dessus du sol),
- bac d'évaporation (hauteur d'eau évaporée, température de l'eau, température sous le bac et vitesse du vent à 1,20 m),
- pluviomètre électronique,
- anémomètre sonique (mesure des trois composantes du vent),
- humidimètre mesurant l'humidité dans le sol (utilisé dans les campagnes de mesures).

Cette station est impliquée dans un programme maghrébin qui a pour objectif la mise en place d'un système de suivi de la sécheresse.

Mots clés : *Recherche, mesure, agro météorologie, basses couches, aride et semi-aride.*

INTRODUCTION

Les Hauts Plateaux constituent un large couloir limité au nord par les versants méridionaux des chaînes telliennes et au sud par l'Atlas saharien. Ils occupent 9 % du territoire algérien.

Cet ensemble, qui recèle pour sa bordure nord la majeure partie du patrimoine agricole avec 5 millions d'hectares, est cependant des plus défavorisés au plan des ressources pluviométriques et hydrauliques.

On retrouve une prédominance de l'étage aride à l'ouest et de l'étage semi aride à l'est. Les précipitations varient du nord au sud entre 400 et 200 mm.

L'étude spatio-temporelle des différents paramètres météorologiques permettra d'établir une base climatologique pour des décisions à prendre dans les diverses activités socio-économiques.

La sécheresse, sur le territoire national, est décelable à partir des indicateurs mesurés dans ces zones arides. Aussi le suivi de celle-ci serait assuré par une analyse régulière des paramètres météorologiques. Durant la dernière décennie, l'ONM a implanté, en plus des stations d'observation professionnelles, des stations de mesures automatiques. Cet ensemble de mesures permettra une analyse étroite et un suivi continu dans l'espace et dans le temps.

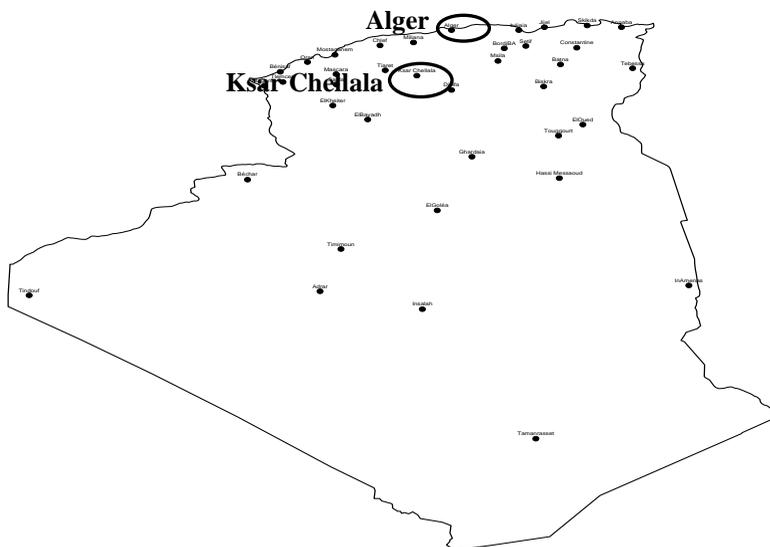
La station de recherche en météorologie des zones arides et semi-arides, opérationnelle depuis l'année 2002, est dotée d'un dispositif de mesure des différents flux de chaleur, dans les cinquante premiers mètres de la couche atmosphérique de surface.

La connaissance des échanges de chaleur entre le sol et l'atmosphère pourra compléter l'analyse climatologique des gisements éoliens et solaire de la région.

I - PRESENTATION DU SITE



II - SITUATION GEOGRAPHIQUE



La ville de Ksar Chellala fait partie de la région des hauts plateaux. Elle se situe au sud-ouest de la capitale Alger à une distance, par route, de 250 km. La station de recherche en météorologie des zones arides et semi-arides (SRMZASA) est implantée à environ 5 km dans le secteur Nord de la ville.

Coordonnées géographiques :

Latitude : 35.17 ° N

Longitude : 2.32 ° Est

Altitude : 786 m

III - OBJECTIFS GENERAUX DE LA SRMZASA

(Station de Recherche en Météorologie des Zones Arides et Semi Arides)

Le plan d'ensemble met essentiellement l'accent sur la nécessité de mettre en œuvre une station de recherche capable à moyen et à long terme de prendre en charge une bonne partie des problèmes liés au développement et à l'approfondissement de nos connaissances sur les processus atmosphériques des basses couches en milieu aride et semi-aride.

Cette station est particulièrement orientée vers les problèmes concernant les interactions entre le sol et les basses couches de l'atmosphère.

Les objectifs principaux sont :

- Constituer une banque de données fiables par des mesures précises et continues.

- Approfondir nos connaissances sur les processus atmosphériques des basses couches (mouvements turbulents et transfert d'énergie).
- Déterminer les bilans hydrique et énergétique (énergie éolienne, énergie solaire) du milieu aride et semi-aride.
- Assister les différents secteurs de développement dont les préoccupations sont relatives à la climatologie des zones arides et semi-arides.

Le dispositif expérimental est constitué d'un ensemble varié d'instruments météorologiques qui donnent des mesures d'une façon continue de plusieurs paramètres météorologiques.

L'agrométéorologie des zones arides et semi-arides constitue une des principales composantes du programme de la station. Il s'agit d'étudier, en collaboration avec les milieux spécialisés, l'ensemble des moyens scientifiques et techniques qui permettent de délivrer aux divers exploitants agricoles les éléments les plus utiles, pour une meilleure gestion des exploitations agricoles, notamment les périmètre irrigables.

Les domaines d'application de l'agrométéorologie des zones arides et semi-arides sont assez nombreux, nous citons par exemple les questions de gestion des ressources hydriques et les problèmes liés à l'aménagement de l'espace rural dans les hauts plateaux.

La désertification et la sécheresse constituent sans aucun doute un problème grave pour la poursuite du développement économique et social du pays, en particulier le Nord Atlas saharien et les régions des Hauts Plateaux. Cet aspect devra être pris en charge par cette station en examinant, dans une première, phase les progrès réalisés par la communauté scientifique nationale et internationale, de façon à essayer de comprendre les divers mécanismes qui engendrent ce type de phénomène.

IV - INSTRUMENTATION

Il y a 13 postes configurées de la façon suivante :

Numéro station	Nom de la station	Paramètres mesurés Par station
1	Niveau 2m	T°, U%, force et direction du vent
2	Niveau 4m	T°, U%, force et direction du vent
3	Niveau 10m	T°, U%, force et direction du vent
4	Niveau 20m	T°, U%, force et direction du vent
5	Niveau 30m	T°, U%, force et direction du vent
6	Niveau 40m	T°, U%, force et direction du vent
7	Niveau 50m	T°, U%, force et direction du vent
8	Parc1	T°-10Cm, T+10Cm, T°+50Cm,
9	Parc 2	Durée d'insolation, T°-50Cm, T°-20Cm
10	Evaporation	Evaporation, T° eau, T° sous bac, pluie
11	Pression	Pression atmosphérique
12	Rayonnement 1	Diffus, Infrarouge, Global.
13	Rayonnement 2	Direct, réfléchi

♦ Mât de 52 m

Le but de l'installation du mât est de mesurer et d'étudier le comportement des profils verticaux des paramètres météorologiques essentiels - température, humidité, direction et force du vent - qui interviennent dans les différents processus physiques et dynamiques entre le sol, le couvert végétal et les basses couches de l'atmosphère. Ces couches représentent l'environnement naturel de la quasi-totalité des activités humaines ; la connaissance, et éventuellement la prévision de leur structure, est d'un intérêt pratique certain pour l'agriculture, l'urbanisme, l'aéronautique, l'énergétique (ex : énergie éolienne), les transmissions, etc. Ce sont, en particulier, les effets de la turbulence qui sont intéressants : effets mécaniques sur les structures naturelles et artificielles (érosion éolienne, forces exercées sur les bâtiments, ponts, lignes électriques, avions, ...), effets de diffusion de toutes sortes (problèmes de pollution...), effets sur l'amplitude et la phase des ondes de toutes natures, etc.

Le deuxième objectif est lié à la modélisation numérique du temps. En l'état actuel des modèles de l'atmosphère, une prise en compte correcte des divers processus physiques apparaît comme une étape très importante pour des progrès ultérieurs.

Parmi ces processus physiques, le rôle des basses couches occupe une place de choix ; c'est en effet par l'intermédiaire de ces dernières que se font les échanges de quantité de mouvement, chaleur, humidité entre atmosphère libre et surface sous-jacente. En particulier, c'est au sein de ces couches que se dissipe la majeure partie de l'énergie cinétique de l'atmosphère.

Le mât, 52 m de hauteur, comporte cinq niveaux de mesure (10, 20, 30, 40, 50 m). A chaque niveau sont disposés des capteurs de température, d'humidité, de vent (force et direction). Le mât est installé au nord-est des bâtisses du site météorologique.

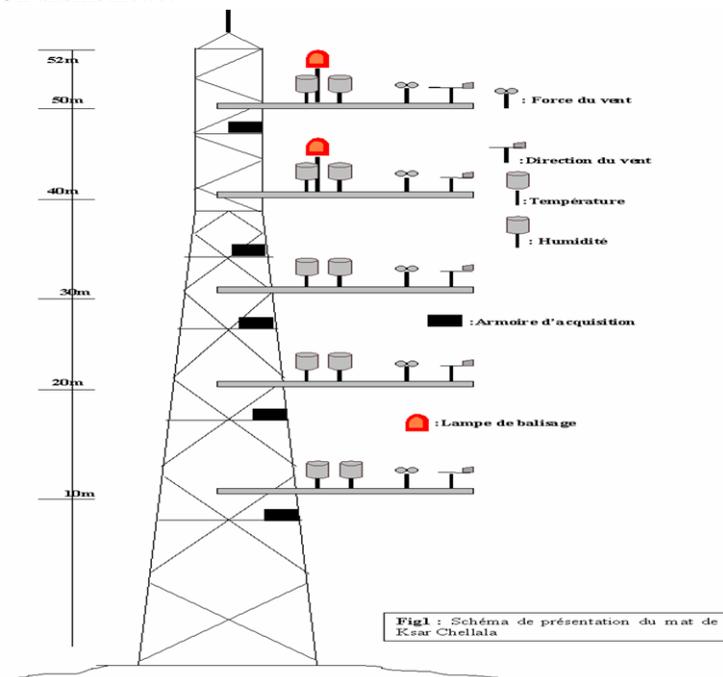
En outre, il y a un mât de 04 m comportant deux niveaux de mesures (02 et 04 m), avec les mêmes capteurs que le mât de 52 m.

- ◆ Parc de mesure de rayonnement : contient les capteurs du rayonnement direct, global, diffus, réfléchi, infrarouge et l'insolation.
- ◆ Parc de mesure des températures au sol : comporte 5 sondes à température, installées à : 20 cm dans le sol, 10 cm dans le sol, au niveau du sol, + 10 cm au dessus du sol, + 20 cm au dessus du sol.
- ◆ Bac d'évaporation : les mesures effectuées au niveau de ce bac sont : hauteur d'eau, température de l'eau, température sous le bac, vitesse du vent à 1,20 m.
- ◆ Pluviomètre électronique à augets basculeurs.
- ◆ Baromètre électronique.
- ◆ Anémomètre sonique (utilisé dans les campagnes de mesures).
- ◆ Sonde d'Humidité dans le sol (utilisée dans les campagnes de mesures).

IV.1- MAT DE 52 METRES

Chacun des 5 paliers du mât dispose d'un de contrôle, lié par câble aux instruments de mesures, qui sont :

- Une sonde température placée dans un mini abri.
- Une sonde d'humidité placée dans un mini abri.
- Une girouette.
- Un anémomètre.



Mini abri comportant
Un capteur de température



Mini abri comportant
Un apteur d'humidité



Girouette



Anémomètre



IV.2- PARC D'EVAPORATION

Il comprend un poste de contrôle relié aux capteurs suivants :

- une sonde à température de l'eau du bac d'évaporation,
- une sonde à température sous le bac,
- un détecteur de niveau d'eau,
- un anémomètre placé à côté du bac à 1.20 m du sol,
- un pluviomètre à augets basculeurs.

IV.3- PARC RAYONNEMENT

Ce parc comporte :

- un pyréliomètre qui mesure le rayonnement direct du soleil ;
- un pyrgéomètre qui mesure le rayonnement infrarouge issu de l'atmosphère ;
- un pyranomètre qui mesure le rayonnement solaire global ;
- un pyranomètre qui mesure le rayonnement diffus où le dôme de ce dernier est caché par un anneau d'ombre ;
- un pyranomètre en position inverse (coupole dirigée vers le sol) qui mesure le rayonnement réfléchi ;
- un héliographe électronique qui mesure la durée quotidienne d'insolation.

Pyranomètre



Pyréliomètre



Héliographe électronique



Mât de 04 m et anémomètre sonore



IV.4- ANEMOMETRE SONIQUE :

Cet instrument utilise la vitesse du son pour déterminer les trois composantes (u, v, w) du vent. Rélié à un micro-ordinateur, la mesure est automatique est effectuée à chaque centième de seconde. La précision de la mesure est du 1/100^{ème} de m/s.

À partir de ces données de mesure, on peut calculer tous les autres paramètres de la turbulence des basses couches de l'atmosphère (vitesse de frottement, température caractéristique, longueur d'Obukov, flux de quantité de mouvement, flux de chaleur sensible, énergie cinétique turbulente, coefficient de traînée).

IV.5- SONDE À NEUTRONS :

Cet appareil sert à mesurer l'humidité dans le sol. Les mesures peuvent être opérées jusqu'à une profondeur de 1 m 50.

Fichier d'acquisition de données :

- 1ère ligne : paramètres mesurés.

- 2ème ligne : valeurs de ces paramètres de la 1^{ère} minute de la journée.

01/04/2006

```

RAYRF RDF RIR RAYGL TW TCAP VT VX VN HO RR V RR6 S2
S1 DI TCAP II IS T U VT VX VN DV GIX GIN V TD T U
VT VX VN DV GIX GIN V TD T U VT VX VN DV GIX
GIN V TD T U VT VX VN DV GIX GIN V TD T U VT
VX VN DV GIX GIN V TD T U VT VX VN DV GIX GIN V
TD T U VT VX VN DV GIX GIN V TD
0000 0 0 240 0 18.9 14.0 3 1.0 0.0 0.0 1.0 0.0 16.0 19.2 0.00
11.3 10.1 12.1 15.0 64.0 33 1.0 0.0 -999 -999 -999 0.6 8.3 15.8 58.0 63 2.0
0.0 140 140 130 1.0 7.6 18.6 46.5 59 2.0 0.0 140 130 130 1.0 6.9 20.9
41.5 96 2.0 1.0 80 70 70 1.6 7.3 21.4 40.0 73 2.0 1.0 20 20 20 1.2
7.3 20.4 41.5 33 1.0 0.0 220 220 220 0.6 6.9 21.3 38.0 38 1.0 0.0 250
270 190 0.6 6.4
    
```

Sat Apr 01 00 :00 :00 2005

U,V,W,Sonic Temp,Mean U,Mean V,Mean W,Mean

T,UWcov,UWcov,VWcov,WTcov,u*,T*,Cd,L,F,Qh,TKE

0.470000,-0.720000,0.020000,289.280000,0.572103,-

0.459408,0.035178,289.155250,0.158906,0.005112,-0.008730,-0.002077,0.127646,-

0.016269,0.030196,73.875603,-0.019960,-2.555817,0.302171

Sat Apr 01 00:00:00 2005

U, V, W, Sonic Temp, Mean U, Mean V, Mean W, Mean

T,UWcov,UWcov,VWcov,WTcov,u*,T*,Cd,L,F,Qh,TKE

0.470000,-0.720000, 0.020000, 289.280000, 0.572103,

-0.459408, 0.035178, 289.155250, 0.158906, 0.005112,

-0.008730,-0.002077, 0.127646,-0.016269, 0.030196,

73.875603,-0.019960,-2.555817, 0.302171

V - PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT

Les tâches assignées à cette station :

- Constitution d'une banque de données sur les zones arides et semi-arides.
- Climatologie sur le potentiel énergétique et éolien de l'interface sol-atmosphère à partir du site de Ksar Chellala.

- Climatologie des zones arides et semi arides.
- Etude et surveillance de la sécheresse.

La SRMZASA est impliquée dans un projet maghrébin, sous l'égide de l'OSS, qui a pour objectif la mise en place d'un système d'alerte précoce de la sécheresse sur la rive Sud de la Méditerranée.

La charge dévolue à cette station est :

- Détermination d'un zonage climatologique suivant le régime pluviométrique.
- Recherche des indicateurs de la sécheresse en se basant sur des corrélations entre des indices météorologiques et les coefficients cycliques des précipitations.

Références

- Plan de Recherche de l'Office National de la Météorologie.
- Méthodologie générale de la mesure et présentation technique.
- Notice d'exploitation sur le dispositif de la SRMZASA.
- Note de cours n° 11 sur l'Agrométéorologie.

OUTARDE HOUBARA
(*Chlamydotis undulata undulata*)
EN ALGERIE : PERSPECTIVES DE CONSERVATION

Belhamra M.¹, Nafloufi A.¹, Berredjough B.¹, Harzal H.¹, Farhi Y.² & Boukamza M.³

¹ Université M. Kheider Biskra

² Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les régions arides

³ Laboratoire d'ornithologie et écologie des vertébrés Faculté des sciences agronomiques et biologique, Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou

RESUME

L'Outarde Houbara (*Chlamydotis undulata undulata*) appartient à un groupe d'oiseaux largement diversifié ; ce genre est représenté par 22 espèces ; elles font partie de la famille des Otididés.

Partout dans son aire de répartition, les populations de cette espèce sont en déclin à cause de la destruction de leur habitat et une chasse non contrôlée.

La communauté internationale a appelé à sa préservation dès 1996 (recommandation 1 127 de la première session du Congrès mondial de la nature à Montréal).

Dans l'exécution de ses missions, le CRSTRA a initié le suivi des populations de l'outarde dans les régions de Ras El Mi'âd (5° 00' E, 34° 08' N) et Messâad (3° 09' E, 34° 09' N).

Les travaux en cours portent sur le suivi et l'échantillonnage pendant la période de reproduction.

Sur la base de deux années d'études 2005 - 2006, il semble que la population locale se maintient dans la région de Biskra, contrairement à Djelfa où aucun individu n'a été contacté durant les deux années successives.

Un élevage expérimental en laboratoire permet d'envisager dans le court terme la mise en œuvre d'un programme de restauration des populations.

Parallèlement à ces recherches, en se basant sur un réseau de collaborateurs les données obtenues entre 2000 - 2005 et 2006, sur l'ensemble du territoire national confirment la tendance supposée du déclin de la population algérienne d'outarde houbara et le rétrécissement de son aire de répartition.

Mots Clés : *Outarde Houbara, Conservation, Elevage, Population, Répartition.*

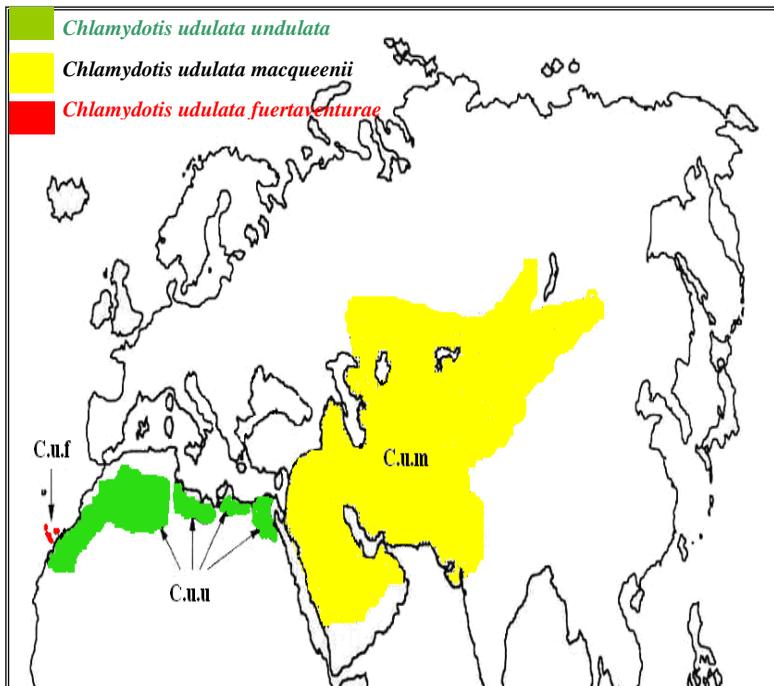
Introduction

En Algérie, peu d'études ont été consacrées à la biologie et à la répartition de l'espèce, à l'exception des travaux de Mansouri (1991), Gaucher et *al.*, (1995), Belhamra et Abbas, (2005) et Belhamra et *al.*, (2006).

Les effectifs d'outardes sont en déclin sur l'ensemble de l'aire de répartition, d'après les experts de Bird Life International, dont le rapport, publié en 2005, fait ressortir la difficulté de cerner les aspects liés à la dynamique et à la biologie de cette espèce sur l'ensemble de son aire de répartition, surtout en Algérie.

L'objectif assigné à cette première étude du genre est de mettre en exergue la possibilité de conservation *ex situ* et de la reproduction de l'outarde en captivité, dans l'optique d'un renforcement des populations naturelles.

AIRE DE REPARTITION



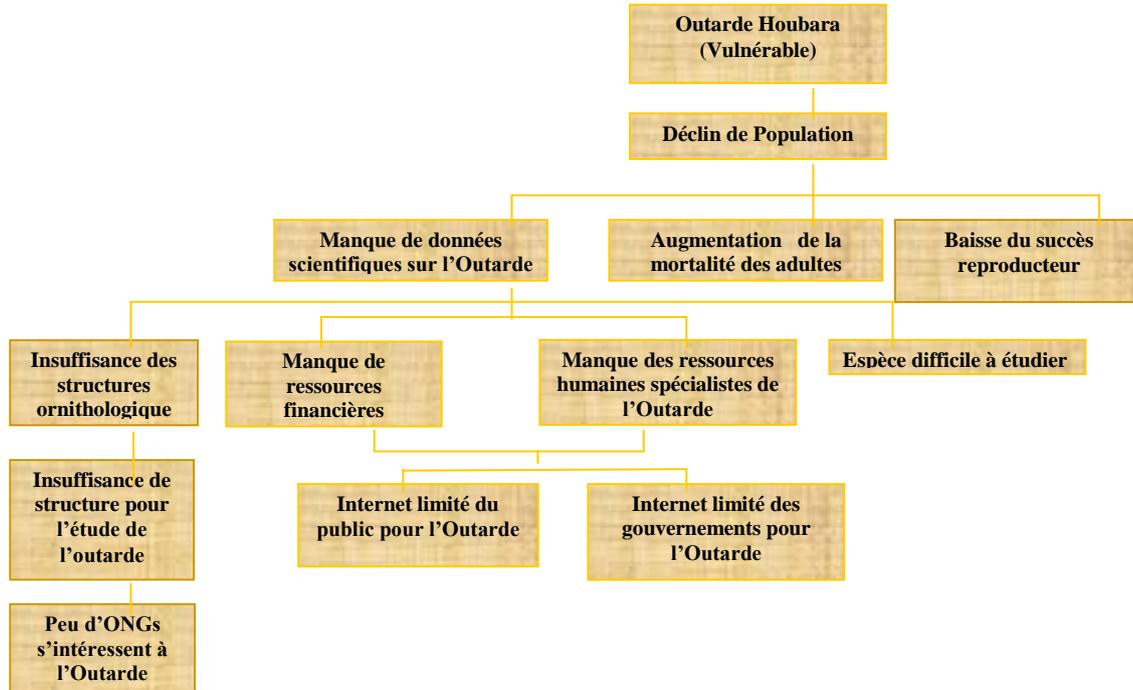
Aire de répartition de l'outarde houbara dans le monde

STATUT DES POPULATIONS

Pays	Tendance	Statut saisonnier
Algérie	Diminution	Résident mouvements
Égypte	Diminution	Résident mouvements
Libye	Diminution	Résident mouvements
Mauritanie	Diminution	Résident mouvements
Maroc	Diminution	Résident mouvements
Tunisie	Diminution	Résident mouvements

LEGISLATIONS DE LA CONSERVATION DE L'OUTARDE

Pays	La législation nationale	CITES	CBD	CCD	CMS	AC	BC	RAMSAR
Algérie	<ul style="list-style-type: none"> • Protégée par le décret présidentiel 83-509 du 20/08/83 et du 17/10/95 • Loi de la chasse (82-10 du 20/08/82) • Loi de l'environnement (83-3 du 05/08/83) 	II	II	II	II	II	II	II
Egypte	<ul style="list-style-type: none"> • Stratégie nationale de la conservation • Stratégie nationale d'établissement des aires protégées • Plan national pour la chasse contrôlée 	II	II	II	II	II	II	II
Libye	<ul style="list-style-type: none"> • Loi de la chasse • Loi de protection de l'environnement (§ 9) 	II	II	II	II	II	II	II
Maroc	<ul style="list-style-type: none"> • Dahir 1923 • Décrets annuels depuis 1962 (Réf. Dahir) 	II	II	-	II	-	II	II
Tunisie	<ul style="list-style-type: none"> • Décret annuel de protection de la chasse (S/Chapitre 1, Article 7) 	II	II	II	II	II	II	II
Mauritanie		II	II	II	II	II	-	II



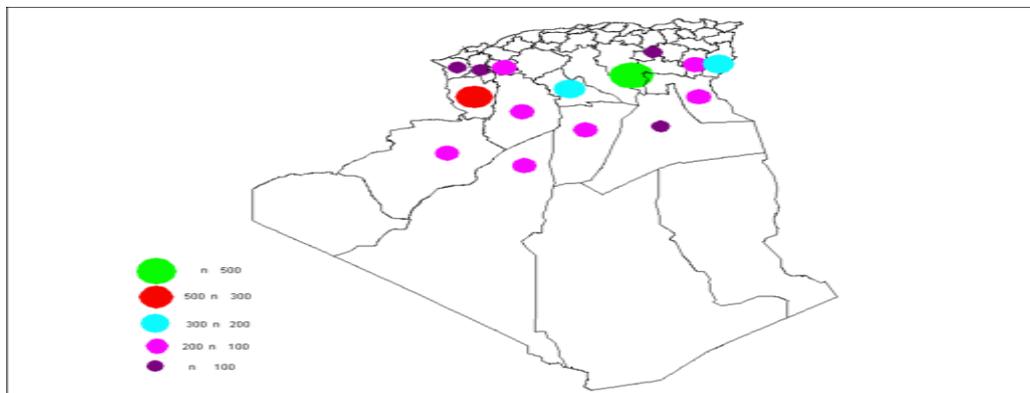
CAUSES DE DIMINUTION DES POPULATIONS D'OUTARDE HOUBARA

- ✓ Chasse non autorisée
- ✓ Braconnage
- ✓ Activités humaines
- ✓ Pâturage non rationnel (surpâturage)
- ✓ Prédation
- ✓ Prédateurs d'œufs
- ✓ Prédateurs d'outardeaux
- ✓ Prédateurs des adultes
- ✓ Perturbation du climat

METHODOLOGIE

État des populations de l'outarde houbara en Algérie	Élevage
<p>Δ Les zones d'étude ont fait l'objet de plusieurs visites de terrain de 1999 - 2000 et 2005- 2006.</p> <p>Δ Une enquête nationale a été diligentée auprès des collaborateurs.</p> <p>Δ La méthode de recensement choisie est celle des itinéraires échantillons en véhicule (Ligne-transect).</p> <p>Δ Méthode complémentaire : La prospection a concerné 69 sites dans l'aire de répartition de l'outarde en Algérie. Pour la localisation des sites de prospection sur une carte géoréférencée de l'Algérie, nous avons utilisé le logiciel MAPINFO</p>	<p>Δ L'élevage a concerné 10 outardeaux</p> <p>Δ Alimentation : Chaque jour, les outardeaux reçoivent de l'eau fraîche combinée à l'aliment industriel <i>ad libitum</i>, riche en protéines et en vitamines, en plus d'un supplément d'aliment frais composé de viande hachée, luzerne, œufs hachés et fruits.</p> <p>Le suivi de l'évolution morphologique des outardeaux s'effectue à travers les mesures biométriques suivantes :</p> <p>Δ Poids</p> <p>Δ Longueur de l'aile pliée</p> <p>Δ Longueur du tarse</p>

RESULTATS



Répartition des populations de l'outarde houbara en Algérie (D'après l'enquête 2000-2005)

CONCLUSION

△ Les résultats montrent que la tendance du déclin des populations en Algérie est de plus en plus préoccupante.

Les données chiffrées sur la population, tout en contribuant à mettre à nu les effets dépressifs du braconnage sur la biologie de l'outarde, mettent en évidence la régression de l'aire de répartition.

△ Le fait d'avoir démontré la possibilité d'élever des oiseaux d'outarde houbara par du personnel qualifié nous conduit à être optimiste.

Nous pouvons envisager, à moyen terme, des opérations de renforcement des populations naturelles, notamment dans les zones traditionnelles pour l'espèce.

**L'AVIFAUNE DES ZONES HUMIDES
DU PARC NATIONAL DU W. DU NIGER :
CONSERVATION ET DEVELOPPEMENT LOCAL**

Issiaka Y.

BP : 10960, Niamey, République du Niger. youssoufa_maiga@yahoo.fr

RESUME

Les aires protégées constituent des écosystèmes fragiles mais riches en ressources naturelles dont l'utilisation rationnelle par les populations riveraines est envisageable selon le Programme MAB de l'UNESCO. Cette utilisation nécessite une action concertée de tous les intervenants.

Le parc national du W. du Niger est une aire protégée parsemée de zones humides qui abritent des milliers d'oiseaux d'eau palé arctiques et afro tropicaux.

Cependant, il existe à l'échelle nationale, voire régionale, un grave problème de perte et de dégradation de ces zones humides, qui entraînent le déclin des pêcheries, la pollution, la prolifération des algues toxiques et surtout l'érosion de la biodiversité.

Or, cette composante de la nature, en particulier les oiseaux d'eau, sont des éléments importants des zones humides et présentent un intérêt écologique, scientifique et socio-économique pour la population locale.

Ce sont aussi des indicateurs de l'état et du fonctionnement des zones humides.

C'est pourquoi, la maîtrise de leur dynamique à travers l'étude des effectifs, des mouvements migratoires, des fluctuations dans le temps et dans l'espace, permettra de juger l'état de leur conservation et d'envisager une valorisation au profit des populations locales.

L'étude présentera les résultats des travaux de recherche sur les zones humides du parc national du W.

Ces recherches ont débuté en 2002 en collaboration avec les services techniques du Ministère de l'Hydraulique, de l'Environnement et de la Lutte contre la Désertification et ont bénéficié du soutien financier du Programme MAB de l'Unesco et du Programme de soutien à la formation et la recherche de l'UEMOA en 2003 et 2005.

La stratégie d'étude s'appuie sur des sessions mensuelles d'identification et de dénombrement des oiseaux d'eau sur des sites choisis au niveau des zones humides du parc, une caractérisation de la végétation et une analyse des activités socio-économiques et culturelles.

**EFFETS DE LA STRUCTURE DE L'HABITAT
SUR LA BIODIVERSITE AVIENNE
EN REGIONS ARIDES ET SEMI ARIDES :
CAS DE BISKRA, GUERRARA, DJELFA ET MERGUEB**

Farhi Y.¹, Belhamra M.² et Boukhemza M.³

¹ Centre de recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides

² Université Mohamed Kheider Biskra

³ Laboratoire d'ornithologie et écologie des vertébrés. Faculté des sciences agronomiques et biologique, université Mammeri M. Tizi Ouzou

RESUME

La biodiversité renvoie à la diversité génétique, spécifique et écosystémique. Dans les régions arides - qui sont les plus sensibles à la désertification - la biodiversité est relativement méconnue.

En l'état actuel des connaissances, il est impossible de confirmer la corrélation entre le taux de dégradation des terres et le taux d'extinction des espèces en raison du manque de données sur la distribution des espèces dans ces régions.

En effet, les terres arides sont davantage connues pour leur diversité génétique au sein d'une même espèce que pour la variété et le nombre d'espèces qu'elles recèlent (CBD, 1992).

Les relations entre les sociétés, leur développement et les milieux naturels, supports de leurs activités, font partie intégrante de la notion de biodiversité.

La présente étude s'intéresse à la biodiversité animale et à l'avifaune en particulier.

La distribution de l'avifaune est intimement liée aux caractéristiques des milieux, son état de conservation, sa stratification et les disponibilités alimentaires. Ainsi la richesse spécifique est le reflet des niches écologiques pouvant être exploitées.

L'inventaire de l'avifaune a été entamée de 2003 à 2006, et a concerné quatre régions, dont : deux arides [Biskra et Guerrerra (dans la wilaya de Ghardaïa)] et deux semi-arides [Djelfa et Mergueb (dans la wilaya de M'sila)].

La richesse totale enregistrée est de 81 espèces appartenant à 10 ordres et 31 familles. 55 espèces ont été recensées à Biskra, 51 espèces à Guerarra, 50 espèces à Mergueb et 42 espèces à Djelfa.

Mots clés : Biodiversité, inventaire, avifaune, Biskra, Djelfa, Guerarra, Mergueb.

Introduction

La connaissance de la diversité ornithologique et les modalités de répartition des oiseaux dans un territoire présentent un intérêt autant fondamental, qu'appliqué (Mingozzi et *al.*, 1991). La distribution de l'avifaune est intimement liée à son milieu. De ce fait elle est particulièrement sensible aux changements qui peuvent y survenir. Beaucoup de travaux confirment que les formations végétales agissent sur leur répartition (Mac Arthur, 1961 ; Blondel, 1975 ; Erdelen, 1983 ; Robinson et *al.*, 1992 ; Santos et *al.*, 2002 ; Carrascal et Diaz, 2006). Les formations végétales déterminent la composition et la structure des populations aviennes, en relation avec le concept de niches écologiques. L'habitat, tout comme les populations d'oiseaux, évolue avec le temps. L'activité humaine a des conséquences considérables sur le nombre et la diversité des oiseaux au niveau local et régional.

Peu d'études ont été consacrées aux espèces aviennes du Sahara algérien. Même les publications ou ouvrages classiques de Heim de Balsac (1924, 1926),

de Heim de Balsac et Mayaud (1962), de Etchecopar et Hue (1964) et de Ledant et *al.*, (1981) s'appuient sur des observations ponctuelles.

Par contre chacun des travaux de Boukhemza (1990) à Timimoun, de Degachi (1992) à El Oued, de Hadjaidji-Benseghier (2002), de Guezoul et *al.*, (2002) et de Bouzid (2003) dans la cuvette d'Ouargla, ainsi que ceux de Cherifi (2003) à Tamentit près d'Adrar, est effectué pendant une ou deux années au moins. Plus particulièrement, Remini L. (1997) à Ain Ben Noui près de Biskra, s'est intéressée à la bioécologie des oiseaux dans deux types de palmeraies : l'une traditionnelle et l'autre moderne. Enfin Souttou et *al.*, (2004) rapportent une note sur l'avifaune de Biskra. C'est dans le but de compléter les informations sur l'avifaune des régions arides et de mettre en évidence l'impact de la structure de la végétation sur la distribution de l'avifaune dans ces zones, que cette étude a été réalisée.

I. Méthodologie

Quatre régions ont été prospectées pour la réalisation de cette étude.

Il s'agit de Biskra (34° 51' N, 05° 43' E), Guerrara (32° 47' N, 2° 29' E), Djelfa (34° 40' N, 03° 14' E) et Mergueb 35° 41 N 3° 52' E), (Voir fig. 1).

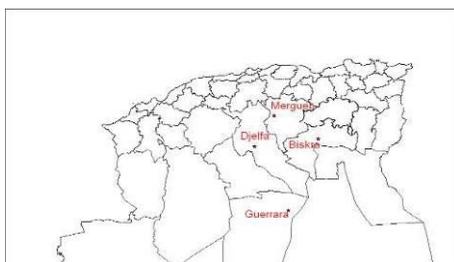


Fig. 1 - Répartition des stations d'étude

Pendant cette étude, nous avons effectué des prospections qui ont concerné : Biskra dans la région des Ziban, Mergueb dans la wilaya de M'sila, Guerrara dans la wilaya de Ghardaia et Mesrane, dans la région de Djelfa.

Le climat des régions de Biskra et Guerrara est de type hyper aride à hivers doux, celui de Mergueb appartient à la classe aride à hiver tempéré, enfin celui Djelfa est situé dans la classe des régions à climat semi-aride à hiver froid (tableau I).

Tableau I : Les caractéristiques climatiques des régions d'étude

	Biskra	Djelfa	Guerrara	Mergueb
m en C°	6 en C°	02 C°	5,7	7,3 °C
M en C°	33 en C°	24 °C	40,6	38,3
P (mm)	124	308	63,7	153
E.B.	Hyper aride à hiver doux	Semi aride à hiver froid	Hyper aride à hiver doux	Aride à hiver tempéré

m : moyenne des températures du mois le plus froid
 M : moyenne des températures du mois le plus chaud
 P : cumul de la pluviométrie
 EB : étage bioclimatique

Pour mieux cerner l'impact de la structure de la végétation sur la répartition de l'avifaune dans les régions d'étude, nous avons caractérisé

les différents types de milieux dans chacune d'elles, selon le niveau de stratification.

Ainsi nous distinguons :

▽ **Dayas** : Ce sont des dépressions semi-circulaires de petites tailles colonisées par une végétation dense. Elles présentent une évolution morphologique particulière de petite taille au stade naissant. Elles s'accroissent avec le temps, devenant de plus en plus irrégulières et encaissées (Taïbi et *al.*, 1999). L'eau, qui s'y accumule pendant l'hiver, permet à une certaine végétation de s'y développer. Les groupements caractéristiques de ces bas-fonds sont une association de *Ziziphus lotus* (*cedra*) et de *Pistachia atlantica* (*Betoum*), (fig. 2), (Ozenda, 1991). On retrouve cette forme au niveau de *dayat* Mergueb. Mais, tel n'est pas le cas au niveau de *Dayat* Ben Filah à Guerrara, où on retrouve une association de *Ziziphus lotus* et de *Retama retam*. Il utile de préciser que, vu les caractéristiques des *dayas*, celles-ci sont généralement cultivées.

▽ **Palmeraie** : C'est une agriculture intégrée qui est menée avec la superposition (dans sa forme typique) de trois strates : la plus haute est celle du palmier dattier ; l'intermédiaire est constituée d'arbres fruitiers (oranger, grenadier, figuier, etc.) et à l'ombre, la strate des plantes basses (maraîchage, fourrages, céréales, etc.). Une autre constante de la structure oasienne est le travail en planches des cultures : une organisation de l'espace appropriée à l'irrigation par inondation (Toutain, 1979).

▽ **Forêts-steppe** : Telles que citées par Ozenda (1991), ce sont en réalité des lits d'oueds qui bénéficient d'une alimentation en eau assez régulière, où s'établie une formation arborée, caractérisée par *Tamarix Articulata*. Dans le cas de Guerrara ce type de formation couvre un affluent de l'Oued Zegrir. A Biskra, c'est le cas de Oued Sidi Zerzour dans sa partie qui borde la région de Filiach.

▽ **Steppe** : Formation végétale naturelle constituée de plantes xérophiles (adaptées à la sécheresse) herbacées, disposées en touffes espacées. Ces steppes peuvent être d'Alfa, d'armoïse, ou de sparte, telles qu'elles sont rencontrées à Djelfa et à Mergueb. Mais dans la partie présaharienne on retrouve des steppes buissonneuses, claires, à *Rhanterium suaveolens ssp. Intermedium*, ou à *Arthrophytum scoparium* (*remt*) et *Farsetia hamiltonii*, ainsi que des steppes gypseuses, de faciès dégradé ; à *Euphorbia guyoniana* (*Oum lebena*) et *Oudneya africana* (*Ghalga*).

▽ **Les Groupements psammophiles** à *Aristida pungens* (*drinn*). Ils sont localisés au sud des oasis de Guerrara, liés à des formations dunaires d'obstacle (*nebkas* et dunes) et au niveau du cordon dunaire à Mesrane (Djelfa).

La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (EFP) a été utilisée dans les différentes régions d'étude.

Cette méthode ne permet pas d'obtenir des densités, car il s'agit de relevés en présence-absence. Elle donne plus rapidement un inventaire, c'est-à-dire la richesse d'un peuplement avien (Ochando, 1988). Selon ce même auteur, la méthode consiste, au niveau de chaque station d'écoute choisie, à effectuer un seul relevé de 20 minutes. L'observateur dresse seulement la liste des espèces déterminées. Nous avons effectué 10 EFP pour chaque station d'étude.

Les rapaces nocturnes ont été déterminés par des méthodes indirectes, en utilisant les indices de présences, tels que les pelotes de rejection, les nids et les plumes. Pour les lits d'oueds, nous avons appliqué la méthode de transect, qui consiste en ce que l'observateur se déplace sur une distance prédéterminée (1 000 m), en notant les espèces remarquées.

II. Résultats

II. 1- Inventaire de l'avifaune

La liste des espèces recensées dans les régions d'étude est mentionnée en annexe (1). Nous avons recensé 81 espèces, appartenant à 10 ordres et représentant 34 familles. Les *passériformes* sont les plus diversifiés, car représentés par 14 familles renfermant 48 espèces. Les familles des *Alaudidés* et des *sylviidés* sont les plus représentées, avec pas moins de 09 espèces pour chaque famille. En fonction des régions d'étude, on note que Guerrara et Biskra renferment le plus grand nombre d'espèces aviennes, avec respectivement 56 et 52 espèces, alors qu'on a recensé 49 espèces à Mergueb et 44 seulement à Djelfa. Les deux premières régions présentent des formations végétales plus complexes. La présence de palmeraies et leur stratification dans ces deux régions offrent plus de possibilités à l'installation de l'avifaune. Le méso-climat phœnicicole, quant à lui, atténue la rudesse des conditions climatiques. Sur les 81 espèces inventoriées, seulement 19 sont communes aux différentes stations d'étude.

De l'application de la classification automatique à l'avifaune des régions d'étude ressort la distinction entre deux groupements, le premier est constitué par Djelfa et Mergueb (fig. 3).

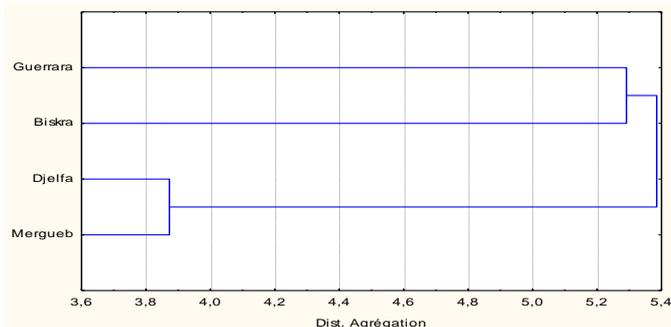


Fig.3 diagramme de la classification automatique appliquée à l'avifaune de Biskra, Guerrara, Djelfa et Mergueb

Alors que le deuxième est constitué par Biskra et Guerrara. Les stations les plus distinctes sont Guerrara et Mergueb, alors que celles qui se ressemblent le plus, du point de vue avifaunistiques, sont Mergueb et Djelfa (Tableau II).

Tableau II : Distances euclidiennes

	Guerrara	Biskra	Djelfa
Biskra	5,29		
Djelfa	5,83	5,39	
Mergueb	6,24	5,49	3,87

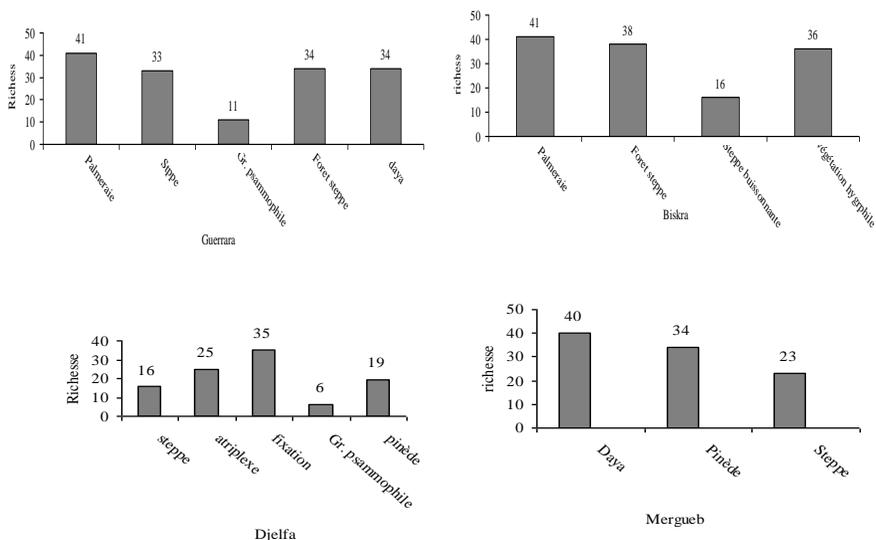
II. 2- Richesse de l'avifaune en fonction des formations végétales

En s'intéressant aux types de formations végétales dans chaque région, on constate que ce sont les palmeraies qui sont les plus riches en espèces. Ainsi dénombre t-on, 41 espèces à la palmeraie de Guerrara et de Biskra (fig. 4). Ababsa (2003), note la présence de 43 espèces au niveau des palmeraies de Ouargla. A Biskra Guezoul et *al.* (2002), ont recensé 43 espèces. Il est utile de noter la présence à Guerrara d'espèces qu'on retrouve généralement dans les milieux humides, tels les *anatidés* (canard souchet et canard pilet), les *limicoles* et les échassiers. Cela est certainement dû au mode d'irrigation appliqué dans la partie traditionnelle de la palmeraie. Celle-ci se traduit par l'inondation de la palmeraie durant des périodes supérieures à un mois, en utilisant les eaux de crue de l'Oued Zegrir. La période d'inondation correspond à celle du passage d'oiseaux migrateurs rejoignant leurs quartiers d'estivation ; ce qui permet à ces espèces d'y faire des haltes prolongées. L'observation d'ansériformes et d'échassiers en palmeraies a été déjà signalée par Ababsa (2003) à Ouargla, en notant la présence de *Tadome casarca*, d'aigrette gazette et d'échasse blanche.

La stratification de la palmeraie a un effet plutôt positif sur la biodiversité. Le groupe le plus favorisé est celui des oiseaux. A l'échelle d'un peuplement, la richesse spécifique de l'avifaune augmente avec le degré de stratification exprimé en nombre de strates. Les peuplements à hétérogénéité verticale permettent l'installation d'espèces d'oiseaux à écologies variées (Delahaye, 2005).

Les dayas offrent aussi des dispositions à accueillir un nombre assez élevé d'espèces. Ainsi on a recensé 44 espèces au niveau de Mergueb et 34 espèces au niveau de *Dayat* Ben Filah à Guerrara. La première citée est une *daya* constituée d'une association de *Pistachia atlantica* et *Zizyphus lotus*, alors que la deuxième est composée d'une association de *Retama retam* et *Zizyphus lotus*. Tout comme les palmeraies et les dayas, les lits d'oueds, appelés forêts-steppe, sont caractérisés par une strate arborée bien développée à base de *Tamarix articulata*, qui accueillent 38 espèces à Biskra (Oued Sidi Zerzour) et 34 espèces à Guerrara (Oued Zegrir).

Fig. 4 - Répartition de l'avifaune dans les régions d'études selon les formations végétales



Contrairement aux formations précédentes, les steppes se distinguent par une seule strate herbacée ou buissonneuse. Les oiseaux qui occupent ce type de formation végétale sont généralement des espèces bien adaptées à ce type de milieu, tels que les alouettes et les cochevis. Ces espèces passent la plupart de leur temps au sol. On retrouve aussi des espèces qui recherchent leurs nourritures en prospectant les buissons, tels que les fauvettes et les pouillots. La richesse de l'avifaune de ces milieux est liée à l'état de conservation de ces steppes. En effet, à Djelfa, la steppe dégradée ne compte que 16 espèces alors qu'à quelques mètres, une station mise en défens avec plantation de *Atriplex canescence*, accueille 25 espèces. Ceci s'explique par le fait que la parcelle mise en défens propose un éventail de végétaux plus important et des disponibilités alimentaires diversifiés. De plus, durant la période de reproduction l'*atriplex* et le *spart* procurent une multitude de possibilités pour l'installation des nids.

Les groupements psammophiles installés au niveau des *Nebket* de Mergueb et le cordon dunaire de Mesrane à Djelfa, sont caractérisés par une richesse de l'avifaune très faible ; ainsi on note 11 espèces à Guerrara et seulement 6 espèces à Djelfa. En comparaison, la partie du cordon dunaire de Mesrane, fixée par méthode combinée (mécanique et biologique), grâce à la plantation de plusieurs espèces arbustives, tels que le tamarix, l'olivier de bohême, le pin d'Alep et le retam a permis l'installation de 35 espèces.

Conclusion

L'étude de la répartition de l'avifaune dans les régions de Biskra, Guerrara, Djelfa et Mergueb montre que les régions hyperarides accueillent une avifaune plus riche que celle des régions arides et semi arides. Ceci est principalement dû à la présence de la palmeraie. La stratification verticale et le mésoclimat qui y règne permettent l'installation d'un plus grand nombre d'espèces par rapport aux steppes proprement dites qui, avec une seule strate, n'accueillent que des espèces adaptées à ce type de milieu. Nous pouvons dire que le nombre d'espèces augmente avec le nombre de strates. Ainsi la palmeraie avec trois strates accueille une avifaune plus riche que celle des dayas, des forêts-steppes et des steppes buissonneuses.

Bibliographie

- 1 - **ABABSA L.**, 2005 : «Aspect bioécologique de l'avifaune de Hassi Ben Abdellah et à Makhedma dans la cuvette de Ouargla ». Thèse. Mag. INA, 106 p.
- 2 - **BLONDEL J.**, 1975 : « L'analyse des peuplements d'oiseaux : éléments d'un diagnostic. La méthode des échantillonnages fréquentiels progressif (E. F. P) ». La terre et la vie, N° 29 ; pp. 533-589.
- 3- **BOUKHEMZA M.**, 1990 : – « Contribution à l'étude de l'avifaune de la région de Timimoun (Gourara) Inventaire et données bioécologiques ». Thèse Magister, INA. El Harrach, 117 p.
- 4- **BOUZID A.**, 2003 : – Bioécologie des oiseaux d'eau dans les chotts d'Aïn El-Beïda et d'Oum Er-Raneb (Région d'Ouargla). Thèse Magister, INA. El Harrach, 136 p.
- 5- **CARRASCAL L. M. & DÍAZ L.**, 2006: « Winter bird distribution in abiotic and habitat structural gradients : A case study with mediterranean montane oakwoods». Revue Ecoscience. Volume 13 (1), pp. 100-110.
- 6- **DEGACHI A.**, 1992 : – « Faunistique et contribution à l'étude bioécologique des peuplements d'oiseaux dans les palmeraies d'El Oued ». Thèse Ing. Agro. INA. El Harrach., 119 p.
- 7- **DELAHAYE L.**, 2005 : « Structure des peuplements forestiers et biodiversité ». Journée d'études sur la Gestion forestière et la biodiversité Gembloux, France.
- 8- **ERDELEN M.**, 1984 : « Bird communities and vegetation structure : I. Correlations and comparisons of simple and diversity indices ». Ecologica, Volume 61, (2) pp. 277 – 284.
- 9- **ETCHECOPAR R.-D.** et **HÛE F.**, 1964 : – « Les oiseaux du Nord de l'Afrique, de la Mer Rouge aux Canaries ». Ed. N. Boubée et Cie., Paris, 606 p.
- 10- **GUEZOUL O., DOUMANDJI S., BAZIZ B.** et **SOUTTOU K.**, 2002 : - « Aperçu sur l'avifaune nicheuse dans les palmeraies de la cuvette d'Ouargla (Sahara, Algérie) ». *Ornith. alger.*, II (1) : 31 - 39.
- 11- **GUEZOUL O., DOUMANDJI S., BAZIZ B., SOUTTOU K.**, 2005 : « Estimation des dégâts dus à *Passer domesticus* X *Passer hypsalolensis* sur dattes *Phoenix dactelyfera*, dans une palmeraie à Feliache (Biskra, Sahara) ». 2^{ème} journées de protection des végétaux, 15 mars 2004, Dep. zoo. agri. for. El Herrach. P. 30.

- 12- HADJAJDI-BENSEGHIER F.**, 2002 : – « Contribution à l'étude de l'avifaune nicheuse des palmeraies de la Cuvette d'Ouargla ». Thèse Ing. Magister, INA. El Harrach., 187 p.
- 13- HEIM de BALSAC H.**, 1924 : – « Contribution à l'ornithologie dans le Sahara septentrional en Algérie et en Tunisie ». *Rev. Franc. Ornith.*, T. VIII : 5 - 116.
- 14- HEIM de BALSAC H.**, 1926 : – « Contribution à l'ornithologie du Sahara central et du Sud-algérien ». *Mém. Soc. hist. natur. Afr. Nord.* (1) : 1 -127.
- 15- HEIM de BALSAC H.** et **MAYAUD N.**, 1962 : – « Les oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique ». Ed. P. Lechevalier, Paris, «Coll. Encycl. Ornith.», X, 486 p.
- 16- LEDANT J.P., JACOB J.P., JACOBS P., MALHER F., OCHANDO B.** et **ROCHE J.**, 1981 : – « Mise à jour de l'avifaune algérienne ». *Rev. Le Gerfaut – De Giervalk*, (71) : 295 – 398.
- 17- MACARTHUR R.H.** et **MACARTHUR. J.W.**, 1961: « On bird species diversity, II. Prediction of bird census habitat measurements». *Am. Nat.*; 96 :167-174.
- 18- MINGOZZI T., BRANDMAYR P.**, 1991 : « L'évaluation cartographique des ressources faunistiques. Un exemple appliqué aux ornithocénoses d'une vallée Alpine». *Revue d'Ecologie Alpine*, Grenoble, Vol 1, n° 1, pp 1-21.
- 19- OZENDA P.**, 1991 : « Flore et végétation du Sahara ». Edi. CNRS, 662 p.
- 20- ROBINSON, G.R., HOLT R.D., GAINES M.S., HAMBURG S.P., JOHNSON M.L., FITCH H.S.,** et **MARTINKO E.A.**, 1992 : « Diverses and contrsting effects of habitats fragmentation ». *Science* 257: 524-526.
- 21- SANTOS T., TELLERIA J.L.** et **CARBONELL R.**, 2002: « Birds conservatiion in fragmented Mediterranean forests of Spain: effects of geographical location, habitat and landscape degradation ». *Biological Conservation* 105 : 113-125.
- 22- SERAMI C.**, 2003 : « Structure de la végétation et distribution spatio-temporelle de l'avifaune des paysages méditerranéens : le cas du Pic Saint Loup». D E A. Univ. Monpt.
- 23- SOUTTOU K., GUEZOUL O., BAZIZ B.** et **DOUMANDJI S.**, 2004 : « Note sur les oiseaux des palmeraies et des alentours de Filiach (Biskra, Algérie) ». *Revue Ornith. algér.* IV (1) : 5 – 10.
- 24- TOUTAIN G.**, 1979 : « Eléments d'agronomie saharienne : de la recherche au développement ». *Ann. agro. sah, GRET.* Paris. 276 p.

Annexes

Ordre	Famille	Noms communs	Nom scientifique	Bi	Gu	Dj	Me
Ciconiiforme	Ardeidae	Héron grande boeuf	<i>Bibulcus ibis</i>	0	1	0	0
		Aigrette garzette	<i>Egretta garzetta</i>	1	1	0	0
		Héron cendré	<i>Ardea cinerea</i>	1	0	0	0
	Ciconiidae	Cigogne blanche		1	0	0	0
Anseriforme	Anatidae	Canard pilet	<i>Anas acuta</i>	0	1	0	0
		Canard souchet	<i>Anas clypeata</i>	0	1	0	0
Falconiforme	Accipteridae	Milan noir	<i>Milvus migrans</i>	1	1	1	1
		Circaète Jean-Le-Blanc	<i>Circaetus gallicus</i>	1	1	1	1
		Buse féroce	<i>Buteo rufinus</i>	1	0	1	1
	Falconidae	Faucon lanier	<i>Falco biarmicus</i>	0	0	1	1
		Faucon hobereau	<i>Faucon subbuteo</i>	0	0	0	1
		Faucon crécerelle	<i>Falco tinnunculus</i>	1	1	1	1
Gualliforme	Phasianidae	La perdrix gabra	<i>Alectoris barbara</i>	1	1	1	1
gruiforme	Rallidae	Râle d'eau	<i>Rallus aquaticus</i>	1	0	0	0
		Poule d'eau	<i>Guallinula chloropus</i>	0	1	0	0
Charadriiforme	Himantopodidae	Echasse blanche	<i>Himantopus himantopus</i>	1	1	0	0
	Burhinidae	Oedicène criard	<i>Burhinus oediceus</i>	0	0	0	1
	Glareolidae	Courvite isabelle	<i>Cursorius cursor</i>	1	1	0	1
	Charadriidae	Petit Gravelot	<i>Charadrius dubius</i>	0	1	0	0
	Scolopacidae	Chevalier guignette	<i>Actitis hypoleuca</i>	0	1	0	0
Pteroclidiforme	Pteroclididae	Ganga tacheté	<i>Pterocles senegallus</i>	0	0	0	1
		Ganga cata	<i>Pterocles alchata</i>	0	0	0	1
		Ganga unibande	<i>Pterocles orientalis</i>	1	1	1	1
columbiforme	Columbidae	Pigeon biset	<i>Columba livia</i>	1	1	1	1
		Tourterelle maillée	<i>Streptopelia senegalensis</i>	1	1	0	0
		Tourterelle turque	<i>Streptopelia decaocto</i>	1	1	1	1
		Tourterelle des bois	<i>Streptopelia turtur</i>	1	1	1	1
Strigiforme	Tytonidae	Chouette effraie	<i>Tyto alba</i>	1	1	1	1
		Chouette chevêche		0	0	0	1
	Strigidae	Hiboux des marais		0	0	0	1
		Hiboux grand-duc		1	1	1	1
Coraciiforme	Upopidae	Huppe fasciée	<i>Upupa epops</i>	1	1	1	1
	Meropidae	Guêpier d'Europe	<i>Merops apiaster</i>	0	1	0	0
		Guêpier de perse	<i>Merops persicus</i>	0	0	1	1
Passeriforme	Alaudidae	Alouette lulu	<i>Lullula arborea</i>	1	1	1	1
		Alouette de champs	<i>Alauda arvensis</i>	1	1	1	1
		Cochevis huppé	<i>Galerida cristata</i>	1	1	1	1
		Cochevis de Tékla	<i>Galerida thekla</i>	0	0	1	1
		Alouette pispolette	<i>Calandrella rufescens</i>	0	1	1	1
		Ammomane élégante	<i>Ammomanes cincturus</i>	0	1	1	0
		Ammomane isabelline	<i>Ammomanes deserti</i>	0	0	1	1
		Alouette calandre	<i>Melanocorypha calandra</i>	0	1	0	0
		Sirli du désert	<i>Alaemon alaudipes</i>	0	1	0	0

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

<i>Hirundinidae</i>	Hirondelle de fenêtre	<i>Delicon urbica</i>	0	1	1	1	
	Hirondelle cheminée	<i>Hirundo rustica</i>	1	1	1	1	
	Hirondelle de rivage	<i>Riparia riparia</i>	1	0	0	0	
<i>Moacellidae</i>	Bergeronnette grise		1	1	1	1	
	Bergeronnette des ruisseaux	<i>Motacilla cinerea</i>	1	1	1	1	
	Bergeronnette printanière	<i>Motacilla falva</i>	1	1	0	1	
<i>Turdidae</i>	Agrobate roux	<i>Cercotrichas galactotes</i>	1	1	0	0	
	Rubiette de moussier	<i>Phoenicurus moussieri</i>	1	1	1	1	
	Traquet à tête blanche	<i>Oenanthe leucopyga</i>	1	1	0	0	
	Traquet orillard	<i>Oenanthe hispanica</i>	1	0	1	1	
	Traquet du désert	<i>Oenanthe desrti</i>	0	1	1	0	
	Traquet rieur	<i>Oenanthe leucura</i>	0	1	0	0	
<i>Sylvidae</i>	Merle noir	<i>Turdus merula</i>	1	0	0	0	
	Bouscarle de Cetti	<i>Cettia cetti</i>	1	1	0	0	
	Cisticole des joncs	<i>Cisticola juncidis</i>	1	1	1	0	
	Hypolaïs pâle	<i>Hippolaïs pallida</i>	1	1	1	1	
	Hypolaïs polyglotte	<i>Hippolaïs polyglota</i>	0	1	0	0	
	Fauvette grisette	<i>Sylvia communis</i>	1	1	0	0	
	Fauvette à tête noire	<i>Sylvia atricapila</i>	1	1	1	1	
	Fauvette melanocephale	<i>Sylvia melanocephala</i>	1	1	1	1	
	Fauvette de l'Atlas	<i>Sylvia deserticola</i>	0	0	1	0	
Pouillot véloce	<i>Phylloscopus collibita</i>	1	1	1	1		
<i>Muscicapidae</i>	Gobe mouche gris	<i>Muscicapa striata</i>	1	1	1	1	
	Gobe mouche noir	<i>Ficedula hypoleuca</i>	1	1	1	1	
<i>Temaliidae</i>	Craterops fauve	<i>Turdoides fulvus</i>	1	1	0	0	
<i>Paridae</i>	Mésange bleue	<i>Parus Caerelus</i>	1	0	0	0	
<i>Laniidae</i>	Pie grièche grise	<i>Lanius excubitor</i>	1	1	1	1	
	Pie grièche à tête rousse	<i>Lanius senator</i>	1	0	0	1	
<i>Corvidae</i>	Grand corbeau	<i>Corvus corax</i>	1	0	1	1	
	Corbeau brun	<i>Corvus ruficollis</i>	0	1	0	0	
<i>Sturnidae</i>	Etourneau		1	1	0	1	
<i>Passeridae</i>	Moineau hybride		1	1	1	1	
<i>Fringellidae</i>	Pinson des arbres	<i>Fringilla coelebs</i>	0	0	1	1	
	Serin cini	<i>Serinus serinus</i>	1	1	1	1	
	Chardonneret élégant		1	0	1	1	
	Verdier d'Europe		1	1	1	1	
<i>Emberizidae</i>	Bruant proyer	<i>Miliaria calandra</i>	0	0	1	0	
	Bruant striolé	<i>Emberiza striolata</i>	1	0	0	0	
Totaux			81 sp	52	56	44	49

**LES SYSTEMES AQUATIQUES DU HOGGAR ET DU TASSILI :
CONNAISSANCE ET STRATEGIES POUR UNE CONSERVATION DURALE**

Moulla M., Zouakh D. E. & Bouhadad R.

Laboratoire d'Ecologie et Environnement, Faculté des Sciences Biologiques, USTHB. BP: 32 El 'Alia 16111 Alger

RESUME

Au cours des mois de mars 2002 et juin 2003, une expédition réalisée dans les Tassili du Hoggar et n'Ajjer (sur une distance de 1 000 km entre Tamanrasset et Djanet) a permis d'explorer un certain nombre de systèmes aquatiques renfermant une faune aquatique riche et diversifiée (poissons, macroinvertébrés et zooplancton), mais encore peu étudiée.

Ces différents biotopes sont essentiellement des cours d'eau de faible régime (oueds) et des «*gueltas*» (éphémères ou permanentes) de faible superficie.

L'étude hydrobiologique a mis en évidence les particularités morphodynamiques, physico-chimiques et biocénotiques de ces milieux relativement fragiles, mais peu affectés par la pression anthropique.

Cependant, la gestion et la conservation de ces milieux est un préalable pour la sauvegarde de ces biotopes séculaires qui sont les reliques de l'ancien Sahara qui existait il y a de cela 10 000 ans.

Mots clés : *Biodiversité, Hoggar, Tassili.*

CONTRIBUTION A L'INVENTAIRE DE L'ENTOMOFAUNE DANS LA REGION DE BISKRA

Saïghi S. Doumandji S. Aifaoui O. Haïchar M.

Université de Biskra, Département de biologie. saïghi1990@yahoo.fr

RESUME

Nous avons travaillé dans deux stations d'étude : Inspection de la protection des végétaux de Feliache et à l'Institut technique du développement de l'agriculture saharienne.

Nous avons remarqué que l'ordre des coléoptères est le plus représenté, suivi par l'ordre des hyménoptères, lépidoptères, homoptères.

Mots clés : *Palmeraie, Ain Bénoui, Feliache, Entomofaune.*

INTRODUCTION

La culture du palmier dattier **phœnix dactylifera**, constitue jusqu'à aujourd'hui une source de vie principale pour plusieurs familles des régions sahariennes. Son importance est économique et écologique : économique par la commercialisation (sur le marché intérieur et à l'exportation) de son fruit (la datte) ; écologique par le maintien de la population dans le milieu saharien hyper aride.

Dans la région de Biskra plus de 3 172 262 pieds de palmiers dattiers occupent une superficie de 38 876 ha et une production de 1 318 Qx (**Anonyme**, 2004). Néanmoins, plusieurs contraintes entravent cette production ce qui diminue considérablement la qualité des dattes. La détérioration de la qualité est un problème qui n'est pas dû seulement aux mauvaises conditions de stockage. Mais aussi, quand les dattes sont sur le palmier dattier, elles sont surtout exposées aux problèmes phytosanitaires et aux déprédateurs, qui agissent indirectement sur le fruit par l'attaque de la partie végétative du palmier dattier, (la cochenille blanche : *parlatoria blanchardi* et *l'Apate monachus*). Ou alors ce sont les déprédateurs qui attaqueront directement la datte, tels que le *Boufaroua* (*Oligonychus afrasiaticus* egr.) et le ver de la datte (*Ectomyelois ceratoniae* Zeller, *Lepidoptera, pyralidae*).

Notre travail consiste en la réalisation d'un inventaire des espèces végétales (la flore) et de l'entomofaune dans un milieu traité et un autre non traité.

L'expérimentation est menée à Biskra, dans deux stations différentes :

- Palmeraie non traitée de l'IRPV (Inspection Régionale de la Protection des Végétaux) de Féliache.
- Palmeraie traitée de l'ITDAS (Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne) de Ain Benoui.

1-PRESENTATION DES STATIONS D'ETUDE

1-1-Station de Ain Bennoui : L'Institut technique de développement de l'agriculture saharienne (ITDAS), se situe dans la commune d'El Hadjeb, à l'ouest du chef lieu de la wilaya de Biskra, à 8 km de la route nationale (RN 31) Biskra-Tolga, du côté Nord. Il s'étend sur une superficie de 83 ha, à une altitude égale à 80 m au dessus du niveau de la mer (**Hiouani**, 1997)

1-2- Station de Feliache (IRPV de Biskra) : La station régionale de la protection des végétaux de la wilaya de Biskra est localisée près du village de Feliache, à une distance d'environ 5.7 km, du coté Est du chef lieu de la wilaya, sur un terrain agricole. Sa superficie totale est de 64 169,69 m² (Anonyme, 2004).

2- MATERIEL ET METHODES

2-1- Matériels utilisés

2-1-1- Sur terrain : pour la collecte des insectes nous avons utilisé le filet fauchoir, les pièges enterrés, le parapluie japonais, les pièges à eau (pièges colorés). Concernant la conservation des insectes nous avons utilisé les boîtes et les sachets en plastique, les tubes à essai et les boîtes de petrie.

2-1-2- Au laboratoire : les insectes capturés sur terrain sont ramenés au laboratoire afin d'être déterminés et collectionnés. Pour cela nous avons utilisé un matériel dont le plus important est le suivant : loupe binoculaire, microscope à chambre claire, étaioire, épingles entomologique, boîtes de petrie, pince fine, boîte de collection, lames et lamelles, ainsi que des produits chimiques (méthanol, acetat d'éthyle, kaoH et liquide de faure).

2-2- Méthodes utilisées :

2-2-1- Sur terrain : nous avons entamé notre expérimentation dans les stations d'étude du 2 mai 2004 au 2 septembre 2004 ; nous avons effectué des prélèvements aléatoires. **Le battage** est l'une des meilleures méthodes pour la récolte des arthropodes vivant sur le feuillage des arbres et arbuste (Martin, 1983 in Ben Machri, 1994 et Remeni L., 1997). Pour pratiquer cette technique, nous avons utilisé le parapluie japonais en frappant vigoureusement les palmes avec un bâton. On a utilisé des boîtes en plastique pour récupérer les espèces trouvées.

2-2-2- Au laboratoire :

2-2-2-1- Technique de préparation des génitalia des lépidoptères :

L'identification de certaines espèces nécessite au préalable l'examen de leur génitalia, organe sclérotinisé de l'appareil reproducteur. Après avoir tué l'insecte à l'aide de l'acétate d'éthyle, on a détaché l'abdomen avec une paire de pinces, fait bouillir l'organe dans une solution de l'hydroxyde de potassium à 10 % (KOH) pendant 5 à 10 minutes pour le dégraisser, diminuer et éliminer les organes non sclérotinisés. La pièce est ensuite transférée dans un premier bain d'eau distillée pour rinçage ; en même temps, il a fallu détacher les génitalia de l'intérieur de l'abdomen à l'aide d'une épingle entomologique ; un deuxième bain à l'eau distillée, afin de bien nettoyer la pièce. Le plus souvent on détache le penis du reste de génitalia pour les besoins taxonomiques. Puis, ces pièces sont montées entre lames et lamelles dans une goutte du liquide de faure, en prenant soin de bien étaler les différents organes du genitalia pour faciliter la détermination et les schémas des pièces.

2-2-2-2- Technique de préparation des pucerons :

Cela consiste à pratiquer une incision transversale au milieu de 4^{ème} et 6^{ème} sternite abdominale. L'insecte est ensuite chauffé sur une plaque chauffante dans une solution de l'hydroxyde de potassium à 10 % (kaoh) pendant 3 à 10 mn, en fonction de sa taille et de sa forme (aptère ou ailée).

La pièce est mise dans deux bains successifs d'eau distillée, ensuite elle est montée entre lames et lamelles, dans une ou deux gouttes de liquide de faure, en prenant soin de bien étaler les différents organes de pucerons, afin de faciliter les schémas et la détermination.

3- RESULTATS ET DISCUSSIONS

3-1- La flore de la région

La phoniculture est caractérisée par la présence des cultures intercalaires, avec une richesse et une diversité des espèces végétales.

Les plantes constituent souvent le meilleur réactif aux conditions du milieu (Remini L., 1997). Aussi, elles offrent un abri, voire de la nourriture à une faune plus au moins variée.

3-1-1- Résultats

Les espèces inventoriées sont le résultat des sorties effectuées au cours de 4 mois de l'année 2004 ; les listes des espèces sont consignées dans les tableaux suivants :

Tableau 1 : Inventaire et dénombrement des espèces végétales recensées dans les deux palmeraies (ITDAS) d'Ain Ben Noui (INPV) de Féliache

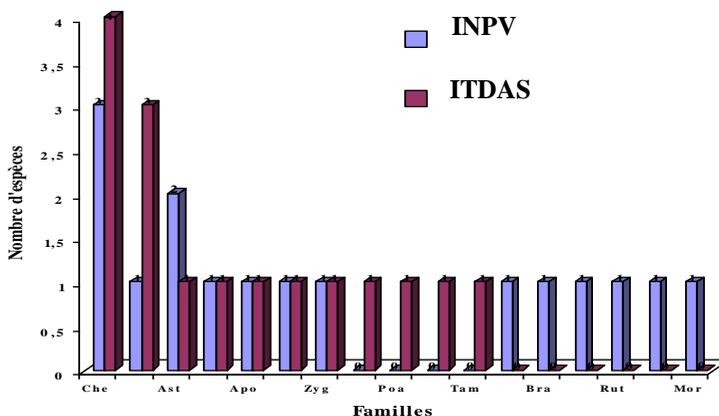
Famille	Espèces	IRPV	ITDAS
<i>Chenopodiaceés</i>	<i>Atriplex dimorphostagia</i>	+	+
	<i>Sueda fructiosa</i>	+	+
	<i>Chenopodium vulusia</i> F	-	+
	<i>Chenopodium album</i> F	-	+
	<i>Bassia muricata</i> .Forsh.	+	-
<i>Fabacées</i>	<i>Accacia cyanphilla</i>	+	+
	<i>Medicago sativa</i>	-	+
	<i>Accaciaretendus schlecht</i>	-	+
<i>Asteracées</i>	<i>Lactuca seriola</i>	-	+
	<i>Factuca seriola</i>	+	-
	<i>Sonchus asper</i> F Hill	+	-
<i>Convolvulacées</i>	<i>Cressa cretica</i> F.	+	+
<i>Apocynacées</i>	<i>Nerium oleander</i> F	+	+
<i>Amaranthacées</i>	<i>Amaranthus hysbridus</i> .L	+	+
<i>Zygothyllacées</i>	<i>Pegnum harmalin</i>	+	+
<i>Apracées</i>	<i>Daucus carotta</i> .F	-	+
<i>Poacées</i>	<i>Panicum turgitum</i>	-	+
<i>Graminées</i>	<i>Imperata cylindrica</i>	-	+
<i>Tamaricacées</i>	<i>Tamarix gallica</i> .F	-	+
<i>Apiacées</i>	<i>Amorodaucus leucotricus</i>	+	-
<i>Brassicacées</i>	<i>Moricondia arvensis</i> .Dc	+	-
<i>Polygonacées</i>	<i>Polygonom argyrcolium</i>	+	-
<i>Rutacées</i>	<i>Citrus aurentium</i> .F	+	-
<i>Casuarinacees</i>	<i>Casuarina terulosa</i> .Dryand.	+	-
<i>Moracées</i>	<i>Ficus carica</i> F.	+	-

La détermination des espèces est réalisée par **Beloued A.**

Tableau 2 : Dénombrement des espèces végétales recensées par famille dans les deux palmeraies

Familles	Nombre d'espèces recensées		
	ITDAS	IRPV	Total
<i>Chénopodiacées</i>	4	3	5
<i>Fabacées</i>	3	1	3
<i>Astéracées</i>	1	2	3
<i>Convolvulacées</i>	1	1	1
<i>Apocynacées</i>	1	1	1
<i>Amaranthacées</i>	1	1	1
<i>Zygophyllacées</i>	1	1	1
<i>Apracées</i>	1	0	1
<i>Poacées</i>	1	0	1
<i>Graminées</i>	1	0	1
<i>Tamaricacées</i>	1	0	1
<i>Apiacées</i>	0	1	1
<i>Brassicacées</i>	0	1	1
<i>Polygonacées</i>	0	1	1
<i>Rutacées</i>	0	1	1
<i>Casuarinacées</i>	0	1	1
<i>Moracées</i>	0	1	1
Total	16	16	25

Fig. 1 : Dénombrement des espèces végétales recensées suivant les familles dans les deux palmeraies d'études



LEGENDE :

Che : *Chénopodiacées* ; Fab : *Fabacées* ; Ast : *Astéracées* ; Con : *Convolvulacées* ; Apo : *Apocynacées* ; Ama : *Amaranthacées* ; Zyg : *Zygophyllacées* ; Apr : *Apracées* ; Poa : *Poacées* ; Graminées ; Tam : *Tamaricacées* ; Api : *Apiacées* ; Bra : *Brassicacées* ; Pol : *polygonacées* ; Rut : *Rutacées* ; Cas : *Casuarinacées* ; Mor : *Moracées*.

3-1-2 DISCUSSION

Après la présentation des espèces, nous remarquons la présence de 16 d'entre elles dans la station où la famille des *chenopodiacées* est la mieux représentée avec 4 espèces. En deuxième position, *Fabacées* avec 3 espèces.

Enfin les familles suivantes : *Convolvulacées*, *Apocynacées*, *Asteracées*, *Amaranthacées*, *Apracées*, *Poacées* *Zygophyllacées*, *graminées*, *Tamaricacées*, sont représentées par une seule espèce pour chacune d'elles. Par contre nous remarquons la présence de 16 espèces dans la station du Féliache réparties en **13** familles : *Chénopodiacées* occupe le premier rang avec **03** espèces. En deuxième rang, l'*Astéracées* avec **02** espèces et enfin les familles : *Convolvulacées*, *Apracées*, *Fabacées*, *Amaranthacées*, *brassicacées*, *Polygonacées*, *Zygophyllacées*, *Rutacées*, *Casuarinacées*, *Moracées* et *Apocynacées*, avec une seule espèce pour chacune d'elles. Dans la station de Féliache, nous n'avons pas trouvé de collections d'espèces végétales ou des travaux faits auparavant dans ce sens (**Tab. 2 ; Fig. 1**).

3-2- L'entomofaune de la région :

La classe des insectes est la plus riche et la plus variée du règne animal. Elle domine dans notre région.

3-2-1 Résultats

Les espèces inventoriées sont le résultat des sorties effectuées au cours de 4 mois (du 2 mai 2004 au 2 septembre 2004).

Nous avons capturé 32 espèces d'un même embranchement réparties entre 2 classes et 12 ordres. La liste du nombre d'espèces est consignée dans le tableau 3.

Tableau 3 : Nombre d'espèces dans les palmeraies d'étude de station Féliache et dans les palmeraies d'études de Ain Ben Noui

Embranchement	Classes	Ordres	Familles	Genres et espèces	ITDAS	IRPV
<i>Arthropodes</i>	<i>Arachnides</i>	<i>Araneides</i>	-	SP-ind	1	1
		<i>Acariens</i>	-	SP-ind	1	-
			<i>Tetrany-chidae</i>		Le boufaroua <i>Oligonichus afrasiaticus</i>	+
	<i>Insectes</i>				29	17
Total					32	19

Nous remarquons que la classe des insectes renferme la majorité des espèces inventoriées. C'est pourquoi, nous dressons le tableau 4, présentant le nombre d'espèces par ordre, et par famille.

3-2-2 Discussion

Après la présentation des espèces, nous remarquons que l'entomofaune, est au nombre de **32** espèces ; l'*Arthropodes* est l'embranchement dominant avec 2 classes. La classe des *Arachnides* est représentée par 2 ordres : *Aranéides* et *Acariens*. Une seule espèce concerne les *Aranéides* et deux (2) espèces pour les *Acariens*.

Nous remarquons aussi que la classe des *insectes* renferme la majorité des espèces inventoriées avec **29** espèces réparties entre **10** ordres (**Tab. 4**) (**Fig. 2**), **17** espèces sont recensées dans la palmeraie traitée et **29** dans la palmeraie non traitée sur les **32** espèces notées. Parmi celles-ci, les *Coleoptera* sont les mieux représentés avec 9 espèces.

Tableau 4 : Inventaire et dénombrement des espèces d'insectes répertoriées dans les deux palmeraies d'études

Ordres	Familles	Genre et espèces	ITDAS	IRPV
<i>Podurata</i>	<i>Entomobryidae</i>	<i>Entomobrya lanuginosa</i> Nicole	-	1
<i>Thysanoptera</i>		<i>Sp.ind</i>	1	2
<i>Odonataoptera</i>	<i>Libellulidae</i>	<i>Crocothemis erythraea</i> (Brulle, 1832)	1	1
<i>Orthoptera</i>	<i>Acrididae</i>	<i>Aiolopus Thalassinus</i> (Fabricius, 1871)	-	3
		<i>Anacridium aegyptium</i> (Linné, 1764)	1	1
		<i>Pyrgomorpha conica</i> (Olivier, 1791)	-	1
		<i>Califera Sp.ind</i>	-	1
<i>Homoptera</i>	<i>Psyllidae</i>	<i>Sp.ind</i>	1	2
	<i>Aphididae</i>	<i>Aphis fabae</i>	3	15
		<i>Aphis gossypii</i>	1	4
		<i>Aphis craccivora</i>	1	2
<i>Diaspididae</i>	<i>Parlatoria blanchardi</i> Targ	+	+	
<i>Hemiptera</i>	<i>Scutelliridae</i>	<i>Ancyrosoma albolineata</i>	-	1
	<i>Pentatomidae</i>	<i>Sp.ind</i>	1	4
	<i>Reduviidae</i>	<i>Sp.ind</i>	3	9
	<i>Lygaeidae</i>	<i>Lygaeus. Sp</i>	-	1
<i>Coleoptera</i>	<i>Alleculidae</i>	<i>Omophlus erythrogaster</i>	2	5
	<i>Cetonidae</i>	<i>Oxythyrea funesta</i> poda	2	6
	<i>Curculionidae</i>	<i>Apion Sp</i>	1	2
		<i>Plagiographus hieroglyphicus</i>	1	1
	<i>Coccinellidae</i>	<i>Scymnus (Pullus) subvillosus</i> Goeze	1	1
		<i>Hippodamia (Adonia) variegata</i> Goeze	-	8
		<i>Coccinella algirica</i> Kovar	-	22
<i>Coccinella Sp.</i>		-	3	
<i>Bostrychidae</i>	<i>Apate monachus</i>	+	+	
<i>Hymenoptera</i>	<i>Formicidae</i>	<i>Cataglyphis bomycina</i>	-	2
		<i>Messor Sp. barbara</i>	-	1
<i>Dermaptera</i>	<i>Labiduridae</i>	<i>Anisolabis mauritanicus</i>	-	1
<i>Lepidoptera</i>	<i>Pyralidae</i>	<i>Ectomyelois ceratoniae</i> Zller	1	3

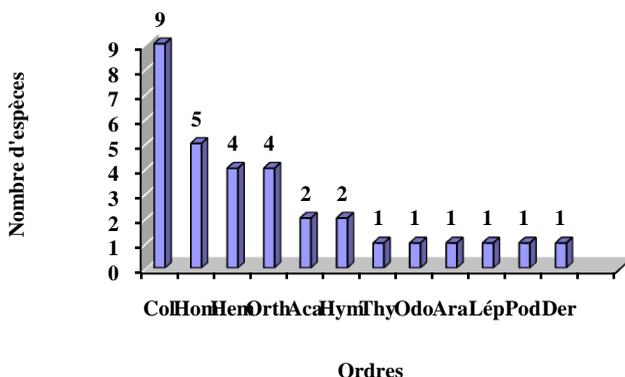
La détermination de la plupart des espèces a été réalisée par le professeur **Doumandji S.E.**

En deuxième position, l'ordre des *Homoptera* est représenté par 05 espèces. La majeure partie des espèces de cet ordre appartiennent à la famille des *Aphididae*, qui est représentée avec des effectifs très élevés pour le genre *Aphis* : *Aphis fabae* et *Aphis gossypii*.

Les *Hemiptera*, les *Orthoptera*, les *Hymenoptera* et les *Thysanoptera* occupent la troisième place, avec respectivement : 4, 4, 2 et 1 espèces. Les *Odonatoptera* viennent en quatrième position avec une seule espèce. Enfin, les *Dermaptera*, les *Lepidoptera* et *Podurata* sont représentés par un nombre faible d'espèces.

Remini L. (1997), a recensé dans la région d'Ain Ben Noui, lors d'un inventaire, 273 espèces d'insectes, réparties en 15 ordres. L'ordre des Coléoptères est le plus représenté, avec 103 espèces, suivi par l'ordre des Hyménoptères avec 37 espèces, les Diptères, les Orthoptères ; les Hémiptères et les Lépidoptères occupent la troisième place avec respectivement : 24, 23 et 22 espèces. Les Homoptères avec 15 espèces et en fin une seule espèce pour chacun des autres ordres.

Fig. 2 : Dénombrement des espèces recensées suivant les ordres dans les deux palmeraies d'études



LEGENDE : Col : Coleoptera ; Hom : Homoptera ; Hem : Hemiptera ; Orth : Orthoptera ; Aca : Acariens ; Hym : Hymenoptera ; Thy : Thysanoptera ; Odo : Odonatoptera ; Ara : Araneides ; Lé : Lepidoptera ; Pod : Podurata ; Der : Dermaptera.

3-2-3 Conclusion

L'inventaire réalisé présente 32 espèces dont 03 appartiennent à la classe des *Arachnides* et 29 à celle des insectes. Ces derniers comprennent les ordres suivants : L'ordre des *Coleoptera* qui occupe le premier rang avec 9 espèces ; celui des *Homoptera* vient en second rang avec 5 espèces ; enfin, au troisième rang les *Hemiptera*, les *Orthoptera*, les *Hymenoptera* et les *Thysanoptesra*, avec respectivement 4, 4, 2 et 1 espèces.

3-3- Répartition de l'entomofaune en fonction des deux palmeraies d'étude

3-3-1 Résultats

Nous avons regroupé dans le tableau 4, le nombre d'espèces rencontrées dans les deux types de palmeraies, traitée et non traitée.

Tableau n°5 : Dénombrement des espèces recensées par ordre d'importance décroissant dans les deux palmeraies

Ordres	Nombre d'espèces recensées		Total
	P. Traitée	P. non Traitée	
<i>Coleoptera</i>	6	9	9
<i>Homoptera</i>	5	5	5
<i>Hemiptera</i>	2	4	4
<i>Orthoptera</i>	1	4	4
<i>Acariens</i>	1	2	2
<i>Hymenoptera</i>	0	2	2
<i>Thysanoptera</i>	1	1	1
<i>Odonatoptra</i>	1	1	1
<i>Araneides</i>	1	1	1
<i>Lepidoptera</i>	1	1	1
<i>Podurata</i>	0	1	1
<i>Dermaptera</i>	0	1	1
Total	19	32	32

3-3-2 Discussion

En général, l'entomofaune choisit de différents habitats selon les stades du cycle biologique de chaque espèce en fonction des périodes de l'année.

Le choix de l'habitat chez les larves, ou chez les adultes, est régi généralement par un problème d'ordre alimentaire (**Sayah**, 1988 *in Remini*, 1997). Il y'a d'autres facteurs qui influent sur la répartition des espèces par l'habitat, tels que : les facteurs climatiques, l'altitude, la proximité des mers, les précipitations, l'humidité relative de l'air, l'ensoleillement, ainsi que les facteurs pédologiques (**Chatenet**, 1986 *in Sayah*, 1988 *in Remini*, 1997).

Nous remarquons que parmi les deux palmeraies d'étude choisies, c'est la palmeraie non traitée qui héberge le plus d'espèces recensées avec **32** espèces d'insectes. Parmi celles-ci, les *Coleoptera*, représentés par **09** espèces, suivis par les *Homoptera* avec **05** espèces, les *Hemiptera* avec **04** espèces. Les *Orthoptera*, les *Hymenoptera* et les *Thysanoptera* viennent respectivement avec **04**, **02** et **01** espèces. Les autres ordres sont faiblement représentés. Ceci est probablement dû à la diversité des ressources alimentaires et le microclimat favorisant l'installation de ces espèces et également l'absence de traitement par des insecticides, surtout contre (la cochenille blanche et le criquet) (**tab. 5**)

Zergoun (1991) *in Remini* (1997), ayant travaillé dans les palmeraies de Ghardaïa, a recensé **16** espèces d'*Orthoptera*.

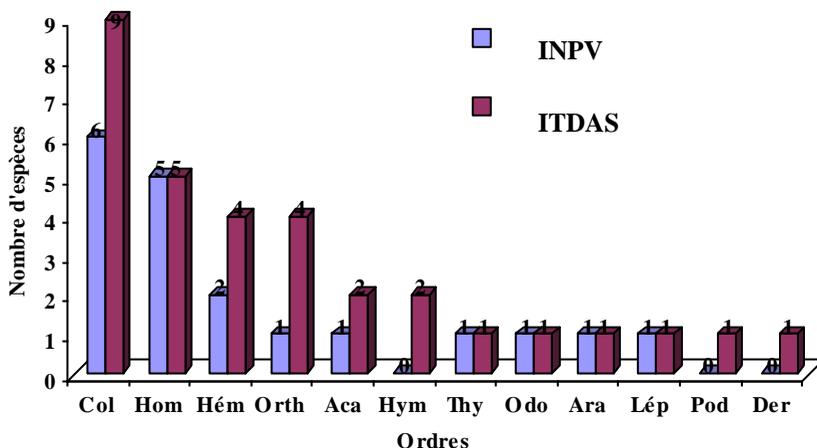
Hellal (1996) *in Remini* (1997), a découvert **67** espèces dans une palmeraie de Ain Ben Noui (W. de Biskra).

Il est à noter que notre inventaire offre une diversité taxonomique très importante avec un certain nombre d'espèces indéterminées. Ceci est probablement dû à la difficulté de la détermination des espèces, au manque de matériel mis à notre disposition et la durée de l'étude qui semble insuffisante pour faire un inventaire plus complet.

Par contre, la palmeraie, traitée par des insecticides, surtout contre (le criquet), abrite un nombre d'espèces d'insectes légèrement plus faible par rapport à celui de la palmeraie non traitée, soit **19** espèces. L'ordre des *Coleoptera* occupe le premier rang avec 6 espèces, suivi par les *Homoptera* avec 5 espèces, les *Hemiptera* avec 02 espèces. Les autres ordres sont d'ailleurs faiblement représentés.

Le nombre faible d'espèces, en palmeraie traitée, peut être expliqué par la rareté des ressources alimentaires et la pauvreté du couvert végétal, à cause du traitement chimique par des insecticides contre le criquet, surtout durant l'année 2004 (**Fig. 3**).

Fig. n° 3 : Dénombrement des espèces recensées par ordres d'importance décroissant dans les deux palmeraies d'études



LÉGENDE : Col : Coleoptera - Hom: Homoptera- Orth : Orthoptera, Aca : Acariens, Hym : Hymenoptera, Thy : Thysanoptera, Odo : Odonatoptera, Ara : Araneides - Lep : Lepidoptera, Pod : Podoptera, Der : Dermaptera.

3-3-3 Conclusion

Pour la répartition des espèces dans les deux palmeraies d'étude, nous notons l'importance des espèces dans la palmeraie non traitée avec **32** espèces de l'entomofaune. Par contre, la palmeraie traitée renferme **19** espèces.

Nous notons aussi que les insectes représentent la majorité des espèces recensées dans les deux palmeraies non traitée et traitée, avec respectivement **29** et **17**.

4- CONCLUSION GENERALE

Les stations de l'ITDAS et de l'INPV se caractérisent par la présence d'une flore et d'une entomofaune très riche. Cette présence est liée à la disponibilité des ressources alimentaires et des sites de nidification variés.

La palmeraie avec le méso-climat et la végétation qu'elle offre est un milieu de vie très favorable, qui peut héberger de nombreuses espèces animales.

Cette tentative nous a conduit à la réalisation d'un inventaire de la flore, nous permettant de recenser **16** espèces végétales, réparties en **11** familles situés dans la station d'Ain Ben Noui : la famille des *Chénopodiacées* occupe le premier rang et celle des *Fabacées* prend le deuxième rang. En revanche, on a recensé, dans la station de Féliache, **16** espèces végétales présentées en **13** familles : *Chénopodiacées* occupe le premier rang et *Astéracées* vient au deuxième rang.

Pour la répartition des espèces dans les deux palmeraies d'étude, on note leur importance dans la palmeraie non traitée avec **32** espèces de l'entomofaune. Par contre, la palmeraie traitée, renferme **19** espèces.

En outre, on note que les insectes représentent la majorité des espèces recensées dans les deux palmeraies (non traitée et traitée) avec respectivement **29** et **17** espèces.

Finalement, après la comparaison des résultats obtenus dans les deux stations, on a retenu de cette étude que la richesse de l'entomofaune dépend des traitements chimiques (insecticides) : l'augmentation des taux des insecticides conduit à la diminution de l'entomofaune.

Les études proposées dans ce domaine doivent durer un temps rationnel pour atteindre des résultats plus profonds.

Toutefois une autre proposition vise à utiliser la lutte intégrée pour préserver l'environnement et obtenir une datte de meilleure qualité.

5- Références bibliographiques

1. **ANONYME**, 2004 : Direction des services agricoles Biskra.
2. **HIOUANI F.**, 1997 : Etude d'une exploitation agricole. Rapport de stage de la 2^{ème} année. Institut Agronomique. Université de Batna. 30 p, pp 2.
3. **REMINE L.**, 1997 : Etude comparative de deux (02) palmeraies l'une moderne et l'autre traditionnelle (Ain Ben Noui) dans la région de Biskra. Mémoire Ing d'état, INA, El Harrach, 140 p.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE ÉCOLOGIQUE ET
SYSTEMATIQUE DE QUELQUES GROUPES DE LA
PEDOFAUNEDANS UNE ZONE-SAHARIENNE :
M'LAGA (RÉGION DE MESS'ÂD/DJELFA)

Brague N.¹, Bouragba¹, Cherrak S.¹ & Brague A.²

¹ I.N.R.F. B.P.1334 Djelfa 17003 nadiabrague@yahoo.fr

² I.N.R.F. B.P.1334 Djelfa 17003 medbrague@yahoo.fr

RESUME

Les auteurs donnent l'inventaire de 96 espèces d'Arthropodes, réparties en trois classes, dont 59 espèces appartenant à la classe des Insectes, 36 espèces à la classe des Arachnides et une seule espèce à la classe des Crustacés.

La récolte est réalisée par une méthode d'interception au sol, au niveau de trois stations à M'laga, située dans la région de Mess'âd, au sud-est de Djelfa.

Les espèces végétales rencontrées sont toutes herbacées ; le couvert végétal est très clairsemé et fortement dégradé. C'est une zone de transition entre deux types de formations végétales ; la première est celle des hauts plateaux caractérisée par la dominance de *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba alba* ; la seconde est celle des régions pré-sahariennes dominées par l'*Artrophytum scoparium*.

Les analyses numériques ont donné des valeurs de l'indice de Shannon aux alentours de 2.

La similarité de Sorensen montre une grande similitude entre les stations 1 et 3.

Mots clés : *Systematique – Arthropodes – Coléoptères – Arachnides – Zone pré-saharienne.*

SUMMARY

The authors give the inventory of 96 species of arthropods, distributed in three classes, of which 59 species belonging to the class of the Bugs, 36 species to the class of the Arachnids and only one species to the class of the Crustaceans.

The harvest is achieved by a method of interception to soil, to the level of three stations to M'laga situated in the region of Messaâd, to the southeast of Djelfa.

The met plants species are all herbaceous; the plant table setting is very sparse and greatly damaged. It is a zone of transition between two types of vegetation formations; the first is the one of the high trays characterized by the dominance of *Stipa tenacissima* and *Artemisia herba alba*; the second is the one of the regions dominated pre - Saharans by the *Artrophytum scoparium*.

The numeric analyses gave values of the indication of Shannon in the surroundings of 2.

The similarity of Sorensen shows a big likeness between the stations 1 and 3.

Key Words : *Systematic – Arthropods – Beetles – Arachnids – pre-saharian area.*

Introduction :

Les zones pré-sahariennes sont caractérisées par des précipitations très restreintes et irrégulières et un sol ne permettant pas la présence d'une végétation riche.

Elles occupent 32 % de la superficie totale de la steppe algérienne avec 5 millions d'ha. L'association végétaux-insectes n'est pas uniquement d'ordre alimentaire, mais aussi d'ordre physique, puisque la végétation crée une ambiance favorable ou défavorable à l'insecte (Khelil, 1995). Le biotope de ces animaux semble s'établir en fonction de sa structure.

Pour l'identification des espèces récoltées, nous avons eu recours aux anciens travaux de Bedel (1895-1900) et à ceux, plus récents, de Mehenni (1996).

1. Milieu d'étude :

1.1. Situation de la région d'étude :

La région de M'laga occupe la partie sud-est de la wilaya de Djelfa. Elle se situe entre les coordonnées géographiques : méridiens 34°, 30°, parallèles 3°, 30°. Elle possède des potentialités naturelles importantes, telles que : les terres agricoles et les terres de parcours.

Pour la réalisation de cette étude, nous nous sommes basés dans notre choix, sur l'homogénéité des parcelles. Nous avons choisi trois stations : la première est caractérisée par un faciès d'*Arthrophytum scoparium*, la deuxième et la troisième sont dominées par *Stipa tenacissima*. Elles sont proches l'une de l'autre.

1.2. Le sol :

Les sols sont dégradés suite à l'action de plusieurs facteurs : le vent, le manque de pluie, la pauvreté en matière organique. La fraction sableuse montre une grande importance par rapport aux autres. Les sols profonds occupent des superficies réduites liées essentiellement aux chenaux d'oueds et aux terrasses du quaternaire récent (Melzi, 1991).

1.3. La végétation :

Les espèces végétales rencontrées dans cette région sont toutes herbacées ; le couvert végétal est très clairsemé et fortement dégradé. C'est une zone de transition entre deux types de formations végétales : la première est celle des hauts plateaux caractérisée par la dominance de *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba alba*, la seconde est celle des régions pré-sahariennes dominées par l'*Arthrophytum scoparium*.

1.4. Le climat :

1.4.1. Précipitations

M'laga est enclavée dans la vaste dépression de Mess'ad Ain Naga. Elle est abritée par l'ensemble montagneux de Zerga et Tafra, qui constitue une barrière pour les pluies venant du nord et surtout du nord-ouest.

Durant l'année 2000, le maximum de précipitation est enregistré au mois de mai avec 20.3 mm, tandis que le minimum est enregistré au mois de juillet avec une valeur de 2.8 mm (Tab. 1)

Tableau 1 - Répartition des précipitations moyennes mensuelles et annuelles durant la décennie (1991 –2000)

Mois	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin	Total
P (mm)	18.1	15.3	17.0	16.9	20.3	7.4	
Mois	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	161.7
P (mm)	2.8	9.9	15.4	16.6	9.6	12.4	

O.N.M. Djelfa (2000)

1.4.2. Températures

La température représente un facteur limitant de toute première importance puisqu'elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition des espèces et des communautés des êtres vivants dans la biosphère, quand la température

diminue, le développement des invertébrés est ralenti, voire s'arrête et réapparaît, quand celle-ci augmente (Ramade, 1984). La moyenne des températures minimales mensuelles 1.44 mm est enregistrée au mois de janvier, la moyenne des températures maximales 27.94 mm est enregistrée au mois de juillet (Tab. 2).

Tableau 2 - Répartition des températures maximales et minimales mensuelles de la décennie (1989-2000)

Mois	Jan.	Fev.	Mar.	Avr.	Mai.	Juin
m	1.44	2.44	4.38	6.65	11.84	16.28
M	12.11	13.97	17.26	20.1	26.31	32.02
(M + m)/2	6.77	8.2	10.82	13.37	19.07	24.15
Mois	Juil.	Aou.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
m	19.69	19.31	15.31	10.04	6.17	4.52
M	36.2	35.77	29.5	22.9	17.23	13.47
(M + m)/2	27.94	27.54	22.40	16.47	11.70	8.99

O.N.M. Djelfa (2000)

Selon STEWART (1962) in Djbaili (1984) le quotient pluviométrique :

$$Q_2 = 3.43 P / M - m$$

P : Moyenne des précipitations annuelles en mm.

M : Moyenne des maxima des températures du mois le plus chaud.

m : Moyenne des minima des températures du mois le plus froid.

M-m : Amplitude thermique.

Les données climatiques fournies par la station météorologique de Djelfa, nous donnent un $Q_2=15.90$. Il situe la zone d'étude dans le climagramme d'Emberger dans l'étage bioclimatique saharien frais.

2. Matériels et méthodes :

2.1. Analyse de quelques paramètres du sol :

Un échantillon de sol est prélevé de chaque station dans le but de faire l'étude des paramètres suivants : le dosage de l'humidité, l'analyse granulométrique, le pH, le taux de carbone, la conductivité électrique et les dosages du carbone total et du carbone actif.

Les résultats sont notés dans la partie résultats et discussions.

2.2. Etude de la végétation

Durant la période d'étude, des relevés floristiques sont effectués au niveau des trois stations. Nous avons noté l'abondance et la dominance des espèces rencontrées.

2.3. Echantillonnage des Arthropodes

Une seule méthode d'interception au sol est utilisée pour la capture des Arthropodes, les pièges Barber.

Avec ce moyen nous sommes arrivés à capturer un effectif d'espèces et d'individus assez important. Nous avons placé cinq pièges par station, vidés et replacés au même endroit à une fréquence de deux fois par mois. Le matériel biologique une fois récolté est trié au laboratoire de la station INRF de Djelfa. Par la suite, on procède à la détermination des espèces. L'analyse numérique des données est réalisée à l'aide du logiciel P.C.Ord Version 4.

3. Résultats et discussions

3.1. Résultats de l'analyse du sol

Le tableau 3 résume les résultats de l'analyse de quelques paramètres du sol.

Tableau 3 -Résultats de l'analyse pédologique

Stations	Station 1	Station 2	Station 3
Profondeur (cm)	0 – 15	0 – 10	10-30
Granulométrie (%)	Ag	2	4
	L	14	13
	S	84	83
Matière organique (%)	2.18	2.34	1.93
pH	8.23	8.11	8.17
C.e. (mmhm/cm²)	0.242	0.238	0.286
Humidité (%)	9.36	9.62	11.25

Pour la station 1 : 0-15 cm, horizon caillouteux de texture sableuse.

15 cm, horizon très caillouteux.

Pour les stations 2 et 3 : 0 - 10 cm, horizon de texture sableuse.

10 - 30 cm, horizon e texture sablo-limoneuse.

30 cm, horizon très caillouteux.

La texture du sol est sableuse dans les trois stations, avec un horizon très caillouteux à 15 cm de profondeur dans la station 1 et à 30 cm dans les stations 2 et 3 ; le pH, la conductivité électrique, l'humidité, le taux d'humidité et le taux de matière organique sont comparables.

L'aridité du climat et la dégradation du couvert végétal sont deux paramètres déterminants sur le faible taux de matière organique (Pouget, 1980).

3.2. La végétation :

La liste des espèces végétales récoltées est en annexe. Les stations 2 et 3 étant très proches l'une de l'autre, nous leur avons fait un seul relevé.

La station 1 se caractérise par l'abondance des espèces *Arthrophytum scoparium* et *Astragalus armatus*, alors que les espèces éphémères sont très peu abondantes, avec un recouvrement faible ou très faible.

La station 2 est dominée par *Stipa tenacissima* ; ensuite, dans un moindre degré, *Astragalus armatus* et *Arthrophytum scoparium*. Pour les éphémères : *Onopordon arenarium*, *Shismus barbatus* et *Bromus rubens* sont très abondants. *Medicago littoralis* et *Fagonia microphylla* sont abondants.

Notre échantillonnage nous a permis de recenser 14 778 individus répartis en 96 espèces appartenant à trois classes de l'embranchement des Arthropodes, dont 56 espèces de la classe des Insectes, avec 38 espèces de l'ordre des *Coleoptera*, qui est le mieux représenté parmi l'ensemble de la faune. Les *Arachnides* sont présents avec 36 espèces, une seule espèce de la classe des Crustacés est rencontrée (Tab. 4).

JOURNEES INTERNATIONALES SUR LA DESERTIFICATION ET LE DEVELOPPEMENT DURABLE

Tableau 4 - Liste des espèces d'Arthropodes rencontrées dans les trois stations de M'laga

Classe	Ordre	Famille	Genre	Espèce
	Coleoptera	Carabidae	<i>Calathus</i> BONELLI	<i>Calathus melanocephalus</i> BONELLI
				<i>Calathus mollis</i> MARSHAN
			<i>Lebia</i> LATREILLE	<i>Lebia scapularis</i> FOURCROY
			<i>Cymindis</i> LATREILLE	<i>Cymindis sitifensis</i> LUCAS
			<i>Metabletus</i> SCHMIDT	<i>Syntomus fuscumaculatus</i> MUSCHYLSKY
			<i>Sphodrus</i> CLAIREVILLE	<i>Sphodrus leucophthalmus</i> LINNE
				<i>Sphodrus acechtiens</i> LINNE
			<i>Apotomus</i> ILLIGER	<i>Apotomus rufus</i>
			<i>Trechus</i> CLAIREVILLE	<i>Trechus fibris</i> ROSSI
		Tenebrionidae	<i>Pimelia</i> FABRICIUS	<i>Pimelia</i> sp1
				<i>Pimelia mauritanica</i>
				<i>Pimelia interstitialis</i>
				<i>Pimelia</i> sp2
			<i>Asida</i> LATREILLE	<i>Asida</i> sp
			<i>Akis</i> LIERBEST	<i>Akis</i> sp
			<i>Tentyria</i> LATREILLE	<i>Tentyria</i> sp
			<i>Blaps</i> FABRICIUS	<i>Blaps gigas</i>
				<i>Blaps requieni</i>
				<i>Blaps</i> sp
			<i>Scaurus</i> FABRICIUS	<i>Scaurus</i> sp
			<i>Zophosis</i>	<i>Zophosis</i> sp
			<i>Erodius</i>	<i>Erodius</i> sp
			<i>Adesmia</i>	<i>Adesmia</i> sp
			<i>Sepidium</i>	<i>Sepidium laghoatense</i>
		Scarabeidae	<i>Rhizotrogus</i> LATREILLE	<i>Rhizotrogus</i> sp
			<i>Aphodius</i>	<i>Aphodius</i> sp
			<i>Geotrupes</i>	<i>Geotrupes intermedius</i> CASTA
				<i>Scarabeidae</i> sp
		Curculionidae	<i>Sitona</i> GERMAR	<i>Sitona</i> sp
				<i>Curculionidae</i> sp1
			<i>Hypera</i> GERMAR	<i>Hypera</i> sp
		Chrysomelidae	<i>Timarcha</i> LATREILLE	<i>Timarcha punctella</i>
			<i>Halticinae</i>	<i>Halticinae</i> sp
				<i>Chrysomelidae</i> sp
		Staphylinidae	<i>Staphylinus</i>	<i>Staphylinus</i> sp
		Histeridae		<i>Histeridae</i> sp
		Anthicidae	<i>Anthicus</i>	<i>Anthicus</i> sp

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

				<i>Anthicidae</i> sp
	Atoptera	Blattidae	<i>Heterogonades</i>	<i>Heterogonodes cerverai</i>
	Hemiptera			<i>Hemiptera</i> sp1 <i>Hemiptera</i> sp2
	Hymenoptera	Formicidae	<i>Cataglyphis</i> FORESTER	<i>Cataglyphis</i> sp
			<i>Componotus</i> MAYER	<i>Componotus truncatus</i> ANDRE
				<i>Formicinae</i> sp <i>Formicinae</i> sp1 <i>Formicinae</i> sp2 <i>Formicinae</i> sp3 <i>Formicinae</i> sp4 <i>Formicinae</i> sp5
			<i>Crematogaster</i> LUNDO	<i>Crematogaster sordidula</i> NYL
				<i>Crematogaster auberti</i>
			<i>Messor</i> FOREL	<i>Messor barbara</i>
				<i>Messor structor</i>
				<i>Myrmicinae</i> sp
	Lepidoptera			Lepidoptera sp
	Thysanaura			<i>Thysanaura</i> sp
Crustacea	Isopoda	Onisidae	<i>Armadillium</i>	<i>Armadillium</i> sp
Arachnida	Scorpion	Scorpionidae	<i>Buthus</i>	<i>Buthus occitanus</i> AMOREUX
	Solifuge			<i>Solifuge</i> sp.
	Opillion		<i>Odiellus</i>	<i>Odiellus</i> sp
	Araneae	Gnaphosidae	<i>Haplodrassus</i> CHMBERLIN	<i>Haplodrassus dalmatensis</i>
				<i>Haplodrassus</i> sp
				<i>Haplodrassus</i> sp1
			<i>Leptodrassus</i>	<i>Leptodrassus</i> sp
				<i>Leptodrassus</i> sp1
				<i>Leptodrassus</i> sp2
				<i>Leptodrassus</i> sp3
			<i>Zerlotes</i> GISTEL	<i>Zerlotes</i> sp
				<i>Zerlotes</i> sp1
				<i>Zerlotes aeneus</i>
			<i>Pterotricha</i> KULCZYNSKI	<i>Pterotricha</i> sp
				<i>Pterotricha</i> sp1
				<i>Pterotricha</i> sp2
			<i>Drassodes</i>	<i>Drassodes lutescens</i>
				<i>Drassodes</i> sp2
			<i>Minosia</i>	<i>Minosia</i> sp
				<i>Gnaphosidae</i> sp

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

		Lycosidae	<i>Alopecosa</i> SIMON	<i>Alopecosa</i> sp
				<i>Alopecosa</i> sp2
				<i>Lycosidae</i> sp
		Dysderidae	<i>Dysdera</i>	<i>Dysdera hamifera</i>
		Thomisidae	<i>Tmarus</i>	<i>Tmarus</i> sp
				<i>Tmarus</i> sp1
				<i>Tmarus</i> sp2
				<i>Thomisidae</i> sp
		Salticidae	<i>Salticus</i>	<i>Salticus</i> sp
				<i>Salticus</i> sp1
				<i>Salticidae</i> sp
		Palpimanidae	<i>Palpimanus</i>	<i>Palpimanus gibbulus</i> DUFOUR
				<i>Palpimanidae</i> sp
		Therideiidae		<i>Therideiidae</i> sp1
		Zodariidae		<i>Zodarion kabylorum</i>
		Araneidae		<i>Araneidae</i> sp1

4. Diversité

Les mesures de diversité ne varient pas considérablement d'une station à une autre (Tab. 5). La valeur la plus grande est notée à la station 3, pour l'indice de diversité de Shannon H et la richesse spécifique S (78) à la station 2 ; (0.8949) pour l'indice de Simpson D'. L'équitabilité E la plus importante est notée à la Station 3.

Tableau 5. Récapitulatif des mesures de diversités des espèces d'Arthropodes récoltées dans les stations d'étude.

Stations	S	E	H	D'
Stat1	42	0.609	2.276	0.8129
Stat2	78	0.416	1.814	0.7248
Stat3	65	0.675	2.820	0.8949
Moyennes :	61.7	0.567	2.303	0.8109

S, Richesse; E = Equitabilité; H = Indice de diversité de Shannon; D = Indice de diversité de Simpson. (Résumé de trois parcelles et 96 espèces).

5. La DCA (Detrended Correspondence Analysis) :

Cette analyse nous a permis une organisation des espèces en fonction des stations, selon les axes 1 et 2. Un premier ensemble situé dans l'extrême partie positive de l'axe 2, et est formé par la station 1 autour de laquelle sont réunies les espèces ; les six espèces de Coléoptères : *Anthichus sp*, *Pimelia interstitialis*, *Asida sp*, *Geotrupes intermedius*, *Chrysomela sp*, *Sepidium laghoaten*, et une espèce d'Araignée *Palpimanus sp*. (Fig. 1).

Le deuxième ensemble s'oppose à l'ensemble précédent, il regroupe la station 3 avec une douzaine d'espèces dont 7 espèces d'Araignées : *Leptodrassus sp*, *Zodarion kabylianum*, *Drassodes sp 2*, *Palpimanus gibbicollis*, *Theridion sp*, *Minosia sp*, *Araneae sp*, le Blattidae *Heterogomodes orverai*, le *Chrysomelidae* ; *Timarcha punctella*, l'espèce *Formicidae sp 4*, et l'Hémiptère *sp 2*.

Dans la partie négative de l'axe1, se situe la station 2 avec un grand ensemble d'espèces, le reste des espèces forme un ensemble diffus autour du centre des axes.

Avec une meilleure illustration, ces mêmes résultats sont montrés dans le graphe de la figure 2, utilisant l'axe1 avec le rang.

Fig. 1 - Ordination des stations et des espèces selon les axes :
axe 1 et axe 2, par l'analyse (DECORANA).

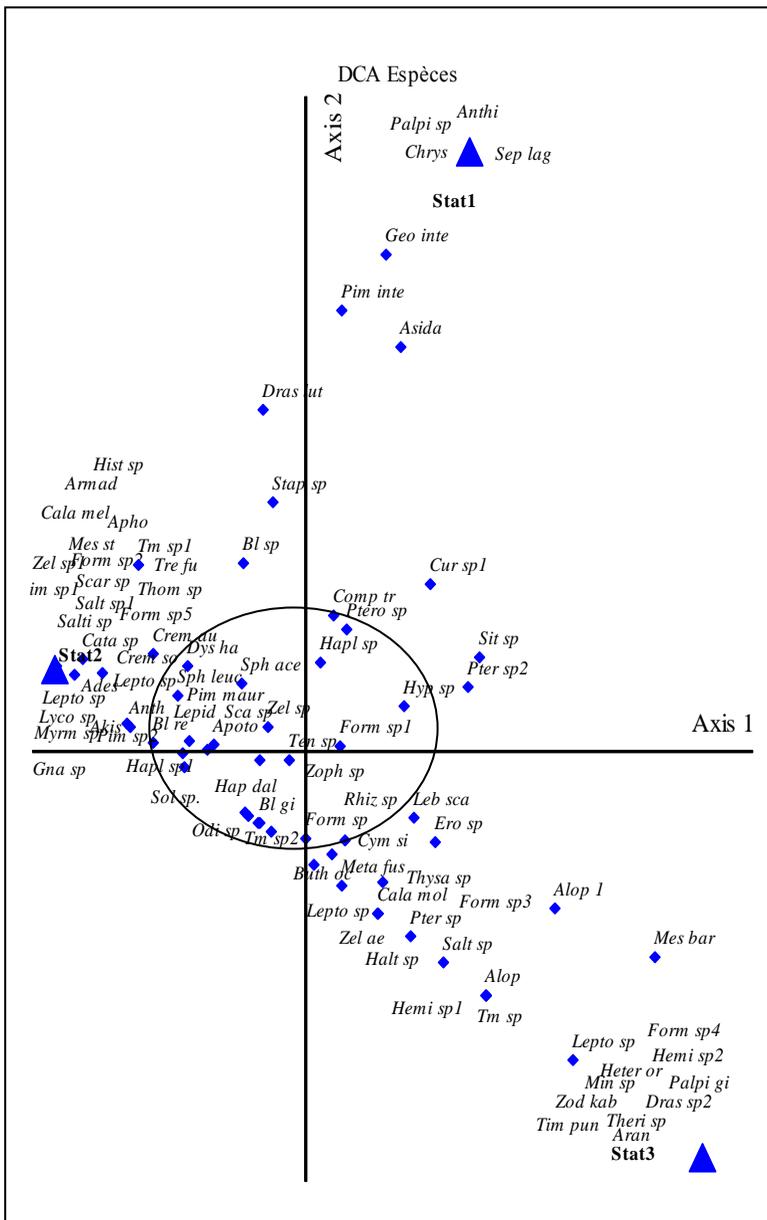
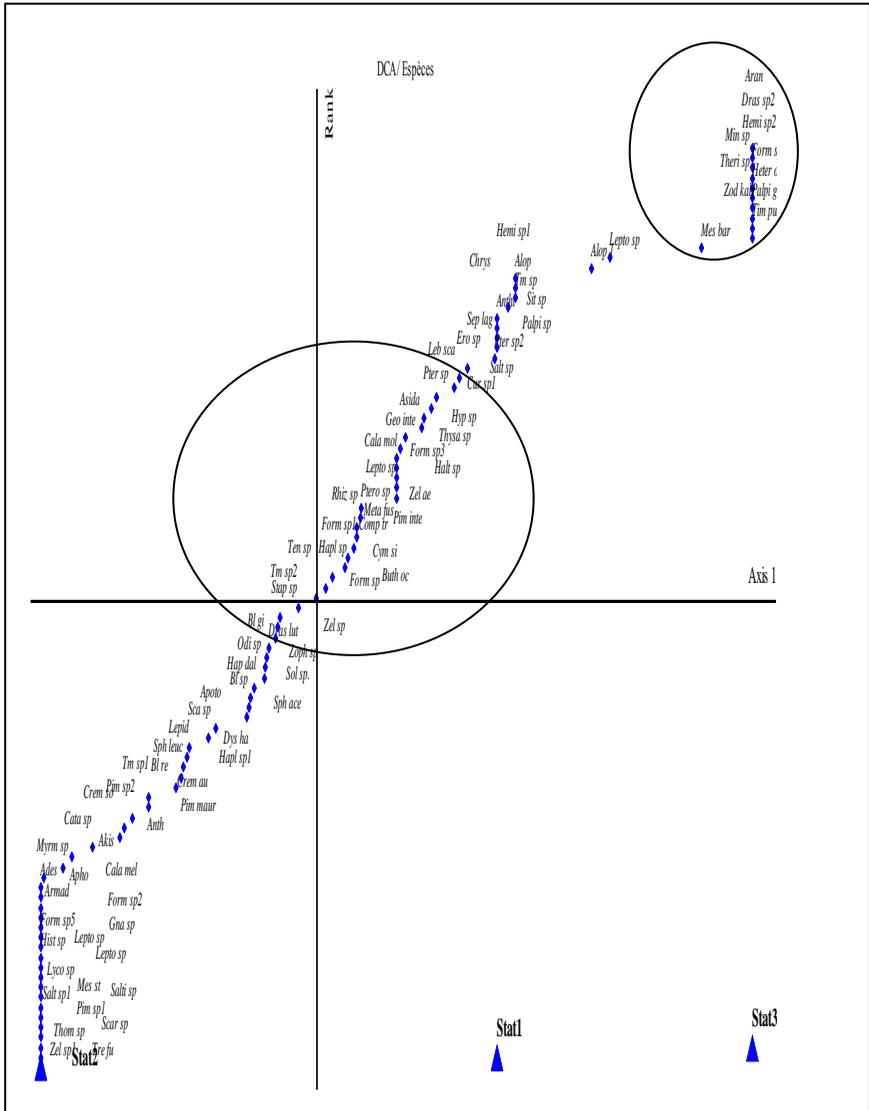


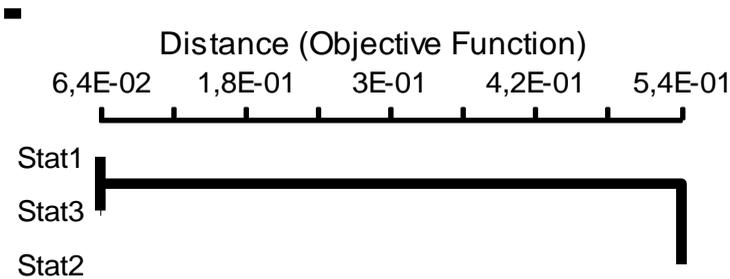
Fig.2 - Ordination des stations et des espèces selon les axes :
axe1 et le rang, par l'analyse (DECORANA).



Dendrogrammes

Le dendrogramme construit à partir de l'analyse de similarité de Sorenson (Fig. 3), indique que les stations 1 et 3 se mettent côte à côte. Ce qui indique leur similitude. Et la deuxième station est à part.

Fig. 3 - Dendrogramme des stations résultant de l'analyse de l'indice de Sorenson pour les stations.



L'ensemble de l'échantillonnage nous a permis de classer nos *Arthropodes* en 3 classes, celle des *Insecta*, celle des *Arachnida* et enfin la classe des *Crustacea*. Les espèces de la classe d'*Insectes* répartis en 10 ordres (*Coleoptera*, *Hymenoptera*, *Lepidoptera*, *Thysanoura*, *Apopetra*, *Hemiptera*, *Heteroptera* et *Collembola*), avec 38 espèces. L'Ordre des *Coleoptera* est le mieux représenté (36,48 % de l'ensemble de la pédofaune), avec 8 familles (*Tenebrionidae*, *Carabidae*, *Scarabeidae*, *Curculionidae*, *Chrysomelidae*, *Staphylinidae*, *Histeridae* et *Anthicidae*). Avec 13 espèces les *Hyménoptères* représentent 12,48 % de l'ensemble des espèces récoltées, ce sont surtout des espèces de la famille des *Formicidae*. L'effectif de ces dernières est très important. Il serait expliqué par l'emplacement des pièges à proximité des nids.

Les *Orthoptères*, *Lépidoptères*, *Thysanoures*, *Atoptères*, *Hémiptères*, *Hétéroptères* et *Collemboles* sont représentés par des nombres d'espèces plus faibles 1 à 2 espèces. La classe des *Arachnides* représentée par 36 espèces dont 33 espèces d'Araignées, ce qui représente 31,68 % du nombre total des espèces. Enfin les *Scorpionides*, les *Opilions* et les *Solifuges* ne sont représentés, pour chacun d'eux, que par une seule espèce.

Conclusion

Le régime alimentaire est le facteur principal de la répartition des *Arthropodes* dans les différents milieux. Les *Phytophages*, sont directement liés au couvert végétal. Ce sont les *Curculionidés*, une majorité de *Ténébrionidés*, les *Orthoptères*, une partie des *Formicidés*, certains *Ténébrionidés* et *Formicidés* qui sont détritivores. D'autres, tels que les *Carabidés* et les *Araignées* sont des prédateurs. Les conditions micro-climatiques favorables ou défavorables au développement de l'ensemble des espèces arthropodiennes, jouent également un rôle. La température, relativement plus douce au début du printemps, semble permettre à toutes les familles de se succéder par leurs représentants. La station 2, qui présente la richesse spécifique la plus élevée, a aussi un couvert végétal relativement riche et un sol assez profond.

Au cours de notre étude nous avons remarqué qu'il y'a des espèces présentes d'une manière constantes (*Zophosis sp*, *Sphodrus acechnitens*, *Crematogaster sordidula*, *Cataglyphis sp.*). Il existe aussi des groupements saisonniers tels que *Buthus occitanus* qui n'apparaissent qu'au mois de juin et juillet, ou *Odiellus sp* qui n'apparaît qu'aux mois de février et mars. Enfin cette étude préliminaire dans une région présaharienne serait plus complète si elle était approfondie par des études ultérieures dans différents sites et sur une longue période, afin d'apprécier les variations interannuelles, ce qui nous renseignerait de manière objective sur la biodiversité.

Bibliographie

- BEDEL L.**, 1895 : Catalogue raisonné des Coléoptères du Nord de l'Afrique. Pub. Soc. Ent. de France. Tome 1 : 1-208.
- BEDEL L.**, 1900 : Catalogue raisonné des Coléoptères du Nord de l'Afrique. Pub. Soc. Ent. de France. Tome 2 : 209-402.
- DJBAILI S.**, 1984 : Recherches phyto-écologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Ed. OPU, Alger.
- KHELIL M. & DEBOUZIE, D.**, 1994 : Arthropods community of *Stipa tenacissima* Tufts in the high steppe plains of Tlemcen (Algeria). *Ecologie*, 25 : 19-29.
- MEHENNI M. T.**, 1996 : Recherches écologiques et biologiques sur les coléoptères de cédraies Algériennes. Thèse de Doctorat d'état, U.S.T.H.B. Alger pp 365.
- MELZI S.**, 1991 : *Dynamique des parcours présahariens*. Congrès international des terres des parcours. Montpellier du 12 au 26 avril 1991.
- POUGET M.**, 1980. Les relations sols végétations dans les steppes sud-algéroises. Ed. O.R.S.T.O.M. Paris. p.31.
- RAMADE F.**, 1984 : Eléments d'écologie, écologie fondamentale. Ed. M'Craw. Hill. Paris, 397 p.

Annexes

Liste d'abondance-dominance des espèces végétales dans les stations 1 et 2 au niveau de la région de M'laga.

Station 1

<i>Hammada scoparia</i> <i>Astragalus armatus</i> Willd <i>Noaea mucronata</i> Forsk <i>Medicago littoralis</i> Rodhe	<i>Atractylis serratuloïdes</i> Sieb <i>Peganum harmala</i> Linné <i>Carduus getulus</i> Pomel
--	--

Station 2

<i>Stipa tenacissima</i> Linné <i>Hammada scoparia</i> <i>Astragalus armatus</i> Willd <i>Medicago littoralis</i> Rodhe <i>Onopordon arenarium</i> Pomel <i>Calendula aegyptiaca</i> Desf. <i>Daucus sahariensis</i> Murb <i>Carduus getulus</i> Pomel <i>Eruca pinnatifida</i> Desf. <i>Atriplex parviflora</i> Lowe <i>Launaea resedifolia</i> <i>Echium trygorrhizum</i> Pomel <i>Noaea mucronata</i> Forsk <i>Schismus barbatus</i> <i>Filago spathulata</i> Linné	<i>Lotophyllus argentens</i> Link <i>Hordeum murinum</i> Linné <i>Paronychia arabica</i> Linné <i>Leontodon hispanicus</i> <i>Bromus rubens</i> Linné <i>Atractylis serratuloïdes</i> Sieb <i>Allium roseum</i> Linné <i>Euphorbia</i> sp <i>Astragalus sinaicus</i> Boiss <i>Elizaldia violacea</i> Desf <i>Diplotaxis virgata</i> DC <i>Astragalus gombo</i> Coss & Dur <i>Peganum harmala</i> Linné <i>Cynodon dacylon</i> (L) Pers.
--	--

Tableau 1. Liste et abondance des espèces, récoltées à M'laga, retenues pour l'analyse statistique

Espèce	Station 1	Station 2	Station 3	Total
<i>Calathus melanocephalus</i>	0	12	0	12
<i>Calathus mollis</i>	0	2	2	4
<i>Lebia scapularis</i>	17	45	53	115
<i>Cymindis sitifensis</i>	3	59	43	105
<i>Metabletus fuscomaculatus</i>	0	5	4	9
<i>Sphodrus leucophthalmus</i>	7	68	12	87
<i>Sphodrus acechitens</i>	47	202	59	308
<i>Apotomus rufus</i>	32	434	125	591
<i>Trechus fubris</i>	0	1	0	1
<i>Pimelia sp1</i>	0	4	0	4
<i>Pimelia mauritanica</i>	1	51	12	64
<i>Pimelia intertialis</i>	9	4	0	13
<i>Pimelia sp2</i>	0	24	3	27
<i>Asida sp</i>	33	10	4	47
<i>Akis sp</i>	1	81	2	84
<i>Tentyria sp</i>	34	197	97	328
<i>Blaps gigas</i>	0	13	6	19
<i>Blaps requieni</i>	0	45	8	53
<i>Blaps sp</i>	3	6	1	10
<i>Scaurus sp</i>	1	18	5	25
<i>Zophosis sp</i>	38	321	131	480
<i>Erodius sp</i>	8	21	29	58

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

<i>Adesmia sp</i>	0	10	0	10
<i>Sepidium laghoatense</i>	2	0	0	2
<i>Rhizotrogus sp</i>	1	9	7	17
<i>Aphodius sp</i>	0	3	0	3
<i>Geotrupes intermedius</i>	4	1	0	5
<i>Scarabeidae sp</i>	0	1	0	1
<i>Sitona sp</i>	2	1	2	5
<i>Curculionidae sp1</i>	12	7	8	27
<i>Hypera sp</i>	9	12	12	33
<i>Timarcha punctella</i>	0	0	1	1
<i>Halticinae sp</i>	0	1	1	2
<i>Chrysomelidae sp</i>	2	0	0	2
<i>Staphylinus sp</i>	10	13	2	25
<i>Anthicidae sp</i>	1	0	0	1
<i>Histeridae sp</i>	0	17	0	17
<i>Anthicus sp</i>	0	15	2	17
<i>Heterogomodes orverai</i>	0	0	2	2
<i>Hemiptera sp2</i>	0	0	2	2
<i>Hemiptera sp1</i>	0	1	2	3
<i>Cataglyphis sp</i>	2	49	1	52
<i>Comptonotus truncatus</i>	14	20	10	44
<i>Formicinae sp1</i>	1	3	2	6
<i>Formicinae sp2</i>	0	13	0	13
<i>Formicinae sp3</i>	0	5	5	10
<i>Formicinae sp4</i>	0	0	2	2
<i>Formicinae sp5</i>	0	10	0	10
<i>Formicinae sp</i>	2	52	32	86
<i>Crematogaster sordidula</i>	233	5504	286	6023
<i>Crematogaster auberti</i>	223	1684	171	2078
<i>Messor barbara</i>	1	0	4	5
<i>Messor structor</i>	0	3354	0	3354
<i>Myrmicinae sp</i>	1	168	0	169
<i>Lepidoptera</i>	1	21	5	27
<i>Thysanaura sp</i>	1	12	12	25
<i>Armadillium sp</i>	0	11	0	11
<i>Buthus occitanus</i>	0	6	4	10
<i>Solifuge sp.</i>	0	7	3	10
<i>Odiellus sp</i>	0	24	11	35
<i>Haplodrassus dalmatensis</i>	0	12	5	17
<i>Haplodrassus sp</i>	1	2	1	4
<i>Haplodrassus sp1</i>	0	4	1	5
<i>Leptodrassus sp</i>	0	20	0	20
<i>Leptodrassus sp1</i>	0	2	8	10
<i>Leptodrassus sp2</i>	0	1	0	1
<i>Leptodrassus sp3</i>	0	2	2	4
<i>Zelotes sp</i>	1	5	2	8
<i>Zelotes sp1</i>	0	2	0	2
<i>Zeloets aeneus</i>	0	1	1	2
<i>Pterotricha sp</i>	0	14	17	31
<i>Pterotricha sp1</i>	5	7	4	16
<i>Pterotricha sp2</i>	6	4	7	17
<i>Drassodes lutescens</i>	1	1	0	2
<i>Drassodes sp2</i>	0	0	2	2

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

<i>Minosia sp</i>	0	0	1	1
<i>Gnaphosidae sp</i>	0	1	0	1
<i>Alopecosa sp</i>	0	1	2	3
<i>Alopecosa sp2</i>	1	1	4	6
<i>Lycosidae sp</i>	0	3	0	3
<i>Dysdera hamifera</i>	1	6	1	8
<i>Tmarus sp</i>	0	1	2	3
<i>Tmarus sp1</i>	1	4	0	5
<i>Tmarus sp2</i>	0	2	1	3
<i>Thomisidae sp</i>	0	1	0	1
<i>Salticus sp</i>	0	2	3	5
<i>Salticus sp1</i>	0	2	0	2
<i>Salticidae sp</i>	0	2	0	2
<i>Palpimanus gibbulus</i>	0	0	1	1
<i>Palpimanidae sp</i>	1	0	0	1
<i>Therideiidae sp1</i>	0	0	1	1
<i>Zodarion kabylianum</i>	0	0	1	1
<i>Araneidae sp1</i>	0	0	1	1

**APERÇU SUR LA FAUNE ACRIDIENNE DANS DEUX REGIONS :
SAHARIENNES (BISKRA) ET SEMI-ARIDE (CONSTANTINE)**

Moussi A.¹, Harrat A.²

¹ Département de biologie, Université Mohamed Kheider, Biskra. Alfa4_moussi@yahoo.fr

² Laboratoire de l'entomologie, Département de biologie, Université de Constantine.

RESUME

L'inventaire de la faune acridienne dans la région saharienne (Biskra) et celle semi-aride (Constantine), nous a permis de recenser 31 espèces.

21 espèces acridiennes, ont été recensées dans la région saharienne.

En revanche 16 espèces trouvées dans la région semi-aride.

En effet, on a observé 6 espèces communes.

La liste dressée des espèces fait ressortir quatre familles : *Acrydiidae*, *Pamphagidae*, *Pyrgomorphidae* et *Acrididae*. Cette dernière englobe 9 sous-familles qui totalisent, dans les deux zones d'étude, 28 espèces, soit 90.32 % de l'acridofaune globale identifiée.

On a distingué que *Oedipodinae* est mieux représentée avec 10 espèces.

A Biskra deux espèces grégaires sont notées. Il s'agit de la sauterelle pèlerine *Schistocerca gregaria* (Forskål, 1775) et *Locusta migratoria* (Linné, 1764).

A Constantine une seule espèce grégaire c'est le criquet migrateur *Locusta migratoria* (Linné, 1764).

Les observations de *Eyprepocnemis plorans* (Charpentier, 1825) en grande densité sur différentes plantes, indiquent que cette espèce semble causer des dégâts importants sur les cultures dans la région de Biskra.

La grande pullulation de l'espèce *Ocneridia volxemii* (Bolivar, 1878), observée dans la région de Constantine, peut être considérée comme un important ravageur.

Mots clés : *Acridien, espèces, zone saharienne, zone semi-aride.*

**BIODIVERSITE DES ARTHROPODES DANS LA
REGION DE FELIACH (BISKRA, ALGERIE)**

Souttou K.¹, Farhi Y.², Baziz B.³, Sekour M.³, Guezoul O.³ et Doumandji S.³

¹ Centre universitaire de Djelfa. kasouttou@yahoo.fr

² Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA) Biskra.

³ Laboratoire d'Ornithologie Dép. Zool. agri. INA El Harrach

RESUME

La région de Feliache est l'une des régions des Ziban. Elle se situe à 3,5 km de la ville de Biskra (5° 45' Est, 34° 50' Nord).

Elle est limitée au Nord par la région d'El Alia, à l'Est par celle de Medjloula, à l'Ouest par Oued Sidi Zarzour et au Sud par El Ouldja.

Elle appartient à l'étage bioclimatique saharien à hiver tempéré.

Les vents les plus dominants, proviennent du Nord-Ouest.

Les vents issus du Sud sont le plus souvent secs et froids en hiver.

En été, ils deviennent très secs. Le sirocco qui sévit au début de mai, devient plus agressif tout l'été.

Elle est caractérisée par un sol calcaire. C'est une région à domaine agricole.

La culture dominante est celle du palmier dattier, avec les variétés de *Deglet Nour*, *Ghars*, *Mech Degla*, *Houra* et *Deglayan*.

L'échantillonnage est réalisé à Oued Sidi Zarzour.

Le recensement des arthropodes par la méthode des pots Barber à Oued Sidi Zarzour nous a permis d'identifier 3 classes : celle des *Arachnida*, des *Crustacea* et des insectes.

Cette dernière est la mieux représentée avec 8 ordres, 36 familles et 69 espèces.

L'ordre des *Coleoptera* est le mieux représenté en famille avec 12 familles.

Il est suivi par celui des *Hymenoptera* avec 9 familles.

Les *Heteroptera* avec 6 familles viennent en troisième place.

Parmi les familles les plus riches en espèces on trouve en tête les *Tenebrionidae* avec 11 espèces, suivis par les *Formicidae* avec 9 espèces et les *Gryllidae* avec 5 espèces.

Mots clés : Biodiversité, arthropodes, Feliache, Biskra.

**DISTRIBUTION SPATIALE
DES COMMUNAUTÉS MICROBIENNES
DANS UNE ZONE HYPERARIDE DU SUD ALGERIEN**

Zaoui M.¹, Gaouar A.², Brauman A.³

¹ Zaoui_mh@yahoo.fr : Ecole Normale Supérieure. Kouba. Algérie

² Gaouar A. Université de Tlemcen. Algérie.

³ [Brauman@mpl.ird.fr](mailto:brauman@mpl.ird.fr)

RESUME

Dans le but d'estimer la biodiversité microbienne dans les milieux extrêmes, nous avons étudié par PCR-DGGE, la distribution de ces communautés dans une zone hyper aride située à Oued Metlili dans la wilaya de Ghardaïa.

Nous avons étudié l'impact de la présence et la distance du système racinaire d'une Légumineuse sur la biodiversité microbienne du sol.

Cette étude doit permettre de mieux cerner l'importance de la couverture végétale en général et du système racinaire en particulier sur la composante microbienne des milieux extrêmes, et la relation entre la dégradation de la végétation et l'érosion de la biodiversité microbienne.

Nos résultats ont montré une biodiversité importante de celle-ci (entre 59 et 72 bandes dans chaque profil DGGE).

Le nombre de bandes semble corrélé avec le poids sec du système racinaire (8 bandes/g ps racines).

On constate cependant que cette diversité semble diminuer au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la rhizosphère, jusqu'à devenir presque semblable au sol nu à partir de 20 cm.

Au sein de cet environnement relativement homogène, l'analyse des gels DGGE dénote une forte hétérogénéité spatiale due à la présence de nombreux habitats : rhizosphère proche et lointaine, hot spots au niveau du sol nu (interspace des touffes) etc.

En effet les profils se regroupent strictement en fonction de la distance à la racine en 4 clusters (0, 10, 20 et 30 cm). Les interspaces des touffes formant un sous groupe spécifique.

Ce résultat indique que c'est la plante et le sol qui constituent le principal déterminant de la structure génétique des communautés bactériennes des sols arides.

D'autre part, nous avons noté par la matrice présence – absence de bandes, qu'il existe des communautés spécifiques à la rhizosphère (4 bandes). Ces communautés étant intimement liées à la rhizosphère, la dégradation ou la disparition de la végétation entraînerait leur disparition. L'examen des profils DGGE nous a en outre révélé une distribution hétérogène des communautés selon leur composition en G + C.

Les communautés à high GC semblent être plus spécifiques de la rhizosphère et de l'interspace des touffes, alors que les communautés à low GC montrent qu'elles sont plus nombreuses au niveau de la rhizosphère

Mots clés : *Communautés microbiennes – DGGE – profils électrophorétiques - hyperaride – rhizosphère- Spatialisation.*

Introduction

La superficie des sols désertiques est très importante en Algérie. Celle-ci ne cesse d'augmenter au dépend des sols arides et semi arides, réduisant de ce fait la superficie des sols cultivables.

Les sols arides, en raison des conditions extrêmes qui les caractérisent, semblent être des milieux hostiles à certaines plantes, et seules les plus adaptées peuvent y survivre.

La biodiversité en général, et la biodiversité microbienne en particulier, sont peu connues dans ces zones, en raison du peu de travaux effectués d'une part, et des techniques utilisées, d'autre part. En effet les travaux antérieurs ont été réalisés par des techniques traditionnelles par suspension – dilution de sol ; or celles-ci présentent l'inconvénient de sous estimer la biodiversité, en raison des exigences culturales de certaines souches, qui n'arrivent pas à pousser dans un milieu de culture, car exigeant des milieux spécifiques. Ainsi les travaux effectués par Ali-Haimoud A. (1981) dans les sols alfatiens de Djelfa ont montré une faible diversité microbienne. Utilisant les mêmes techniques, Basil et *al.* (2004) ont obtenu des résultats différents selon la technique utilisée. En effet, étudiant la distribution des actinomycètes dans un sol de désert, la biodiversité était différente selon la technique utilisée.

Cette biodiversité n'est pas uniformément répartie dans le sol. Certains habitats constituent des hot spots démographiques, en offrant de meilleures conditions de croissance et de multiplication pour les communautés microbiennes. En effet, les communautés microbiennes sont sensibles aux variations des conditions environnementales et semblent proliférer dans des endroits riches en matière organique et à forts taux d'azote total (Mu et *al.*, 2004), et d'éléments nutritifs (Zaragosa, 2004). Des travaux plus récents ont montré que les communautés microbiennes sont spatialement organisées.

L'objectif de notre étude consiste à évaluer, par PCR-DGGE, la biodiversité bactérienne des sols arides ; ensuite, comparer la structure et la composition en termes de composition et de structure, les différents compartiments du sol : rhizoplan – rhizosphère proche et lointaine.

Les sols des zones arides constituent-ils un réservoir de biodiversité microbienne ? Celle-ci est-elle spatialement organisée ? Existe-il un gradient en terme de composition et de structure ? La rhizosphère est-elle le seul habitat pour ces communautés, ou bien les sols arides sont constitués de mosaïques d'habitats ?

Matériel et Méthodes et site d'étude

Notre étude a été réalisée dans une parcelle rectangulaire de 100 m² située à Oued Metlili/Wilaya de Ghardaïa, et à l'intérieur de laquelle des prélèvements de sol, de 2 en 2 m, ont été réalisés pour estimer la variabilité spatiale (voir schéma). Ceux-ci ont été ensuite mélangés, à poids égal, tous les 4 m, pour obtenir des échantillons composites. Le nombre d'échantillons ainsi obtenu s'élève à 20.

A l'intérieur de la parcelle, 3 plantes [une même plante (*Retama retame- leguminosae*) répétée 3 fois] ont été choisies au hasard et dont l'emplacement à l'intérieur de la parcelle se trouve schématisé dans le tableau ci après.

Les plantes choisies ont été nommées plante A, plante B et plante C. Les prélèvements au niveau de chaque plante ont été fait en étoile. Cinq axes ont été déterminés et au niveau desquels des prélèvements de 10 en 10 cm du système racinaire a été réalisé (Voir schéma).

Un échantillon au niveau des différents points des 5 axes a été prélevé. Chaque échantillon a été prélevé au moyen d'un petit tube de 10 cm de profondeur aux différents points des 5 axes (0, 10,20 et 30 cm).

Les échantillons de sol ainsi obtenus ont été nommés :

AO1-A1O1 – A2O1- A3O1	pour le 1 ^{er} axe de la plante A
AO2 A1O2 -A2O2- A3O1	pour le 2 ^{eme} axe de la plante A
AO3-A1O3- A2O3- A3O3	pour le 3 ^{eme} axe de la plante A
AO4-A1O4- A2O4 –A3O4	pour le 4 ^{eme} axe de la plante A
AO5-A1O5- A2O5- A3O5	pour le 5 ^{eme} axe de la plante A
BO1-B1O1 –B2O1-B 3O1	pour le 1 ^{er} axe de la planteB
BO2 B1O2 -B2O2- B3O1	pour le 2 ^{eme} axe de la plante B
B 03-B1O3- B2O3- B3O3	pour le 3 ^{eme} axe de la plante B
B04-B1O4-B 2O4 –B3O4	pour le 4 ^{eme} axe de la planteB
B05-B1O5-B 2O5-B 3O5	pour le 5 ^{eme} axe de la plante B
CO1-C1O1 –C2O1-C 3O1	pour le 1 ^{er} axe de la plante C
CO2 C1O2 -C2O2- C3O1	pour le 2 ^{eme} axe de la plante C
C 03-C1O3- C2O3- C3O3	pour le 3 ^{eme} axe de la plante C
C04-C1O4- C2O4 –C3O4	pour le 4 ^{eme} axe de la plante C
C05-1C05-C 2O5-C 3O5	pour le 5 ^{eme} axe de la plante C

Preparation des échantillons du sol.

Les échantillons de sol ont été transportées dans une glacière et conservés à au réfrigérateur à une température de 4° C et, selon les variables à analyser, des quantités suffisantes de sol ont été utilisées.

Les échantillons ont d'abord été tamisés à 2 mm pour recueillir les racines et les parties aériennes de la plante. Celles-ci ont été pesées et leur poids frais sec et leur biomasse ont été déterminés.

D) Extraction de l'ADN du sol

L'extraction de l'ADN du sol a été faite selon la méthode de Porteus, 1997 ; modifiée par Dieng et *al.*, 2001 (laboratoire Seqbio. IRD. Dakar). 0.5 g de sol ont été broyés et tamisés à 200 µm. L'extraction a été faite au bead better en utilisant un mini bead better (Biospéa product). Les échantillons ont été ensuite conservés à 4° C, puis soumis à une centrifugation à 13 000 g (12 000 t/mn) pendant 15 mn, au moyen d'une centrifugeuse Sigma 1-15 ; puis stockés à - 80° C pendant 30 mn, puis de nouveau centrifugés à 4° C à l'aide d'une centrifugeuse réfrigérée Sigma 3K-15. Les échantillons ont été ensuite placés dans un bain Marie à 68° C pendant 15 mn. Le surnageant a été ensuite jeté ; puis 600 µl de chloroforme ont été ajoutés sous la hotte.

Cette opération a été suivie d'une centrifugation à température ambiante pendant 10 mn à 10 000 g. Après obtention de 3 couches bien visibles sur les tubes (CTAB + ADN en haut ; polysaccharides en zone intermédiaire sous forme de voile blanc et enfin du chloroforme + des résidus de sol au fond). Le surnageant a été récupéré dans un nouveau tube eppendorf.

L'ADN a ensuite été récupéré dans une solution d'isopropanol pendant un certain temps ; temps après lequel les échantillons ont été mis à incuber à - 80° C, pendant 15 mn. Cette opération a été suivie par une centrifugation à 13 000 g. Le surnageant sera ensuite jeté et le culot sera resuspendu dans une solution d'acétate d'ammonium ; et enfin l'ADN sera précipité par une solution d'éthanol à 95 %, puis de nouveau incubé à -80° C, pendant 15 mn. Le surnageant sera ensuite jeté, et le culot sera lavé par une solution d'éthanol 70° C, puis de nouveau centrifugé à 13 000 g, pendant 5 mn. Le surnageant sera de nouveau jeté, et les tubes seront mis à sécher pour se débarrasser de l'excès d'éthanol et le culot sera resuspendu dans 25 µl de TE 1X.

II) Quantification de l'ADN

La quantification a été faite sur gel d'agarose à 1 %. Le volume de dépôt est de 5 µl d'ADN + 3 µl de bleu de charge pour les échantillons ; alors que pour la gamme étalon, le volume de dépôt a été de 5 µl de bleu de charge +10 µl.

La coloration du gel a été faite par le BET à 1 mg/ml. La photo gel a été réalisée par un Gel doc. 1000 et la quantification a été faite le logiciel Molecular Analyst.

III) PCR

La PCR a été faite au moyen d'un thermocycler de type Gen Amp PCR system 2 (Perkin Elmer), utilisant des amorces bactériennes totales GC318/f (5'-ACTCCTACGGGAGGAGGCAGCAG-3') (Muyzer et *al.*, 1993) et 518r (5'-ATTACCGCGGCTGCTGG-3') (Ovreas et *al.*, 1997) qui permettent de mettre en évidence des différences dans la structure des communautés bactériennes dans le sol.

Cette technique vise la région V3 (région variable de l'ADN 16S bactérienne).

Le volume total par tube est de 0,625 µl/tube.

La polymérase utilisée est la Taq ready to go (Amersham Biosciences, USA) (Taq DNA polymérase 2.5 U, dTNP 200 µl, tris HC 110 mM à pH 9, KClet MgCl₂ 1.5 mM) pour un volume final de 25 µl. Le volume d'injection dans chaque tube est de 0,25 µl/tube.

Le volume final dans le mix est de 25 µl et le volume de l'ADN matrice est de 5 µl (voir fiche).

La méthode utilisée comporte 30 cycles se déroulant en deux temps, précédés d'une étape de dénaturation à 94° C, pendant 5 mn.

Chaque cycle comporte trois étapes : une première étape de dénaturation à 94° C pendant 1 mn, une deuxième étape d'hybridation à 65° C, qui diminue de 0,5° C, pendant les 20 premiers cycles, et une troisième étape de synthèse, à 72° C, pendant 1 mn. Les 10 derniers cycles se font à une température d'hybridation constante de 55°. Ce qui sera suivi d'une phase supplémentaire d'élongation à 72°C, pendant 10 mn (Muyzer et *al.*, 1993).

Les résultats se trouvent consignés dans la figure 2.

Analyse statistiques des résultats

A partir des matrices d'intensités obtenues par le logiciel de traitement de l'image, des dendrogrammes de similarité et des analyses en composantes principales ont été réalisés (présence/absence et intensités relatives des bandes) à l'aide du logiciel ADE4.

Autres analyses

Caractérisation physique du sol : granulométrie, Humidité du sol, ph.

Caractéristiques chimiques : Biomasse (fumigation extraction), Azote organique et minéral.

Activités enzymatiques : Glucosidase, enzyme modèle pour le cycle du carbone, Phosphatase acide pour l'activité des bactéries.

Fig 1 : Quantification de l'ADN extrait des différents échantillons

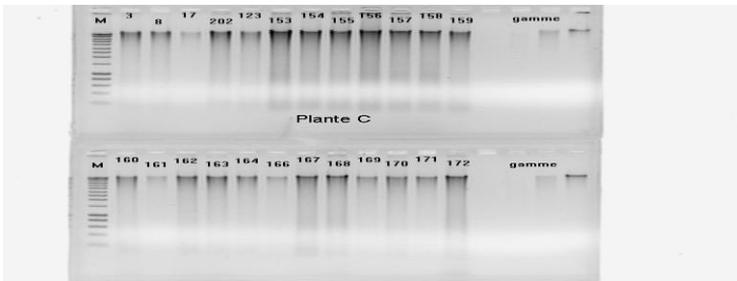
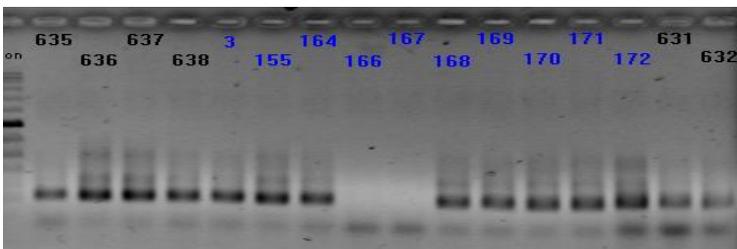
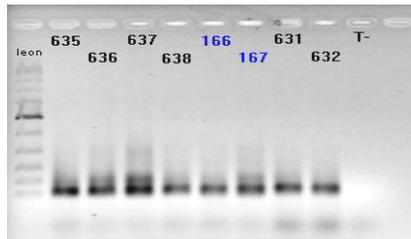


Fig. 2 : Amplification par PCR

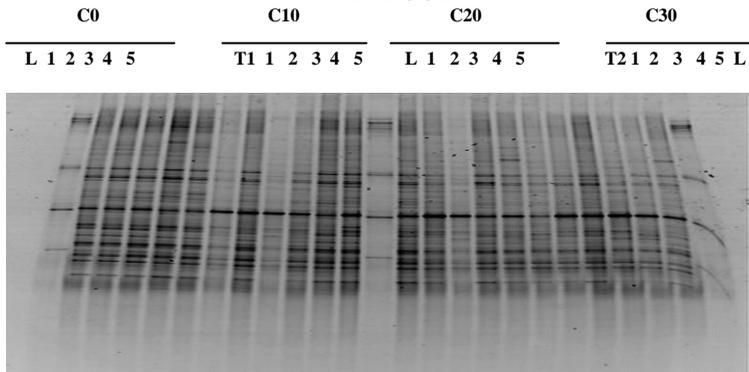


Migration des produits de la PCR sur gel dénaturant

Les fragments d'ADN obtenus par PCR sont séparés sur un gel polyacrylamide à 8 % acrylamide/bis acrylamide 40 % (37,5 : 1) avec un gradient de dénaturation de 45 à 70 %, 100 % de dénaturation contient 7M urée avec 40 % de formamide.

La migration est effectuée avec appareil ingeny pendant 17 h, dans un tampon TAE (1X) à 60° C et la révélation des profils des fragments d'ADN a été faite aux UV (254 nm) après coloration du gel au BET à 10 mg/ml. L'acquisition des images des profils d'ADN obtenus a été faite par le logiciel Biocapt 5 (Vilbert Lourmat, France).

Fig. 3 : Migration de l'amplification des produits PCR de l'ADN 16S Par DGGE*



* Denaturated gradient of gel electrophoresis

Fig. 4 : Dendrogramme de similarité réalisé à partir de la matrice Présence /absence de bandes

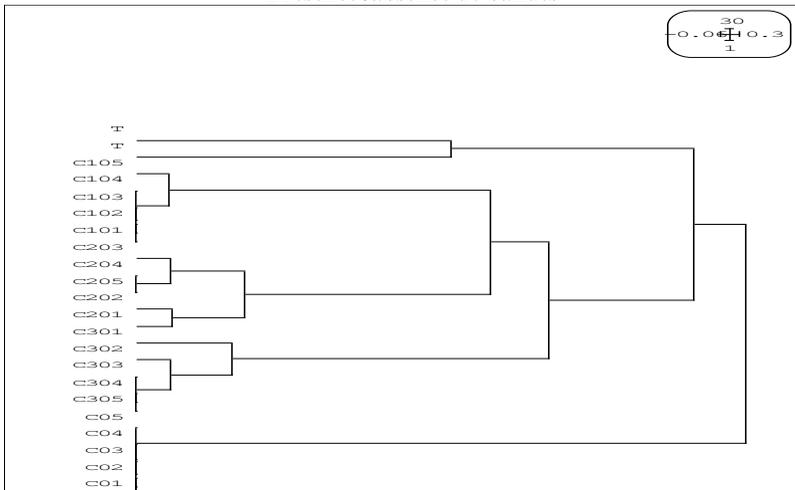
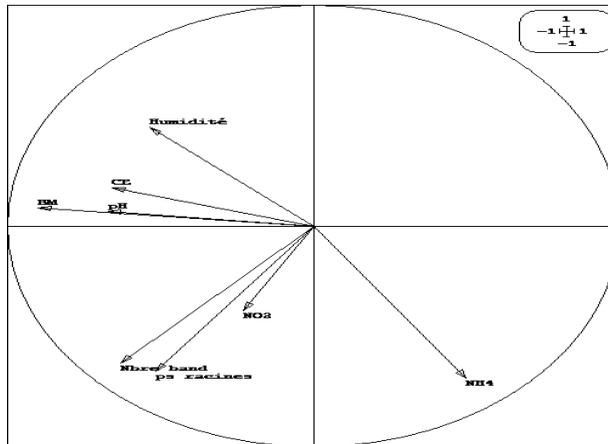


Fig. 5 : Analyse en composantes principales (ACP)



Résultats et interprétations

Nos résultats montrent une grande diversité en communautés bactériennes aussi bien en sol rhizosphérique qu'au niveau des interspaces des plantes, en témoigne le nombre élevé de bandes obtenu dans chaque traitement (59 pour les interspaces, 62 à 30 cm, 66 à 20 cm 69 à 10 cm et 72 à 0 cm).

L'analyse visuelle et par présence/absence de bandes des profils DGGE montre que sur le nombre maximum de bandes (72) :

- 44 seulement sont identiques et se rencontrent aux niveaux des différentes distances choisies ;
- 09 bandes sont liées à la rhizosphère et ne se rencontrent nullement plus loin ;
- 04 bandes ne se trouvent pas dans le rhizoplan ;
- 03 bandes ne se trouvent ni à 0 cm ni 10 cm.

Les autres bandes se trouvent distribuées d'une manière hétérogène dans les autres compartiments du sol (07 bandes) entre 0 et 30 cm, alors que seules 05 bandes ne se retrouvent pas au niveau de l'interspace des touffes. On constate d'autre part que le nombre de bandes diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la rhizosphère, ce nombre diminue sensiblement à 10 cm et au delà de cette distance, les différences s'accroissent pour devenir presque semblables au témoin à 20 et 30 cm. Ces résultats confirment ceux trouvés par Basil et *al.*, (2004) et qui ont montré que les communautés de la rhizosphère d'*Artemesia* sont différentes et plus nombreuses que ceux de l'interspace des plantes.

Ces différences ne sont pas uniformément réparties le long des profils, en effet, si le bas du profil montre une relative homogénéité en nombre et en intensité, on observe une hétérogénéité au haut du profil. D'autre part, nous remarquons des différences dans l'intensité des bandes au fur et mesure que l'on s'éloigne de la rhizosphère. On note la

présence de bandes plus nombreuses et intenses à 0 cm. En effet, en sol rhizosphérique, nous remarquons que les bandes intenses sont nombreuses et distribuées d'une manière homogène le long du profil, alors que dans le reste du profil, elles sont localisées uniquement dans le bas des profils. Donc, nous pouvons conclure que les différences entre la structure et la composition des communautés bactériennes se rencontrent plus dans la partie supérieure du profil, par contre dans la partie inférieure, on constate une similitude.

Ces résultats montrent que les communautés à high G + C (comme les actinomycètes) sont distribuées d'une manière homogène, aussi bien en sol rhizosphérique qu'en sol nu (interspace des touffes), alors que les communautés à low G + C montrent une distribution hétérogène et se rencontrent vers le haut du profil. En effet, le nombre de bandes au niveau du rhizoplan semble être plus élevé et plus intense que dans le reste.

L'analyse de similarité des profils (UPGMA avec coefficient de Dice à 2 %) pour l'analyse des profils génétiques des communautés microbiennes obtenus par DGGE à partir de la matrice présence/absence de bandes montre une distribution hétérogène des communautés en fonction de la distance et non en fonction de la topologie. De même que les communautés rhizosphériques sont très spécifiques.

L'examen du dendrogramme montre l'existence de 3 clusters :

- Cluster 1 qui différencie la communauté rhizosphérique du reste des compartiments du sol.
- Cluster 2 représenté par le sol nu (interspace des touffes).
- Cluster 3 représente le gradient de distance.

Compte tenu du caractère hostile de l'environnement pour les communautés microbiennes, nos résultats ont cependant montré une biodiversité importante de celle-ci (entre 59 et 72 bandes dans chaque profil DGGE). Celle-ci se trouve certes plus concentrée au niveau de la rhizosphère en raison de la présence de bandes spécifiques à la racine (09 bandes/profil) (voir matrice présence absence de bandes) l'interspace abrite de son côté une population variée de populations microbiennes adaptées aux conditions environnementales.

L'examen des profils DGGE nous révèle, en outre, que c'est la plante et non le sol qui représente le principal déterminant de la structure génétique des communautés microbiennes ; et pour mieux comprendre les mécanismes qui permettent aux plantes de favoriser les processus microbiens, nous avons étudié certains paramètres chimiques (pH, CE), microbiologiques (Biomasse microbienne) et biochimiques (Phosphatase et glucosidase) et analysé par analyse en composante principale les variables utilisées.

Nous remarquons le regroupement des variables selon les axes F1 (36.58 %) et F2 (20.97 %) le poids sec des racines et le nombre de bandes tandis qu'au niveau de l'axe F1. On note que le pH, la biomasse, la CE

et l'humidité (Vishnevetsky, 1996), sont significativement corrélés avec une corrélation très significative entre la biomasse et le pH. Ce résultat est en accord avec des travaux récents qui considèrent le pH comme le principal facteur affectant la distribution des microorganismes dans les milieux arides (Pereira, 2004).

D'autre part, nous avons remarqué que la biomasse augmente au voisinage de la rhizosphère entraînant une accumulation de matière organique, ces endroits riches constituent des ressources icelands dans lesquels les communautés bactériennes prolifèrent (Garcia, 2004).

A travers cette étude, nous pouvons conclure que malgré leurs apparences, les sols des régions arides ne sont pas homogènes et abritent des communautés microbiennes de composition et de structure génétiques hétérogènes, vivants en équilibre dans une mosaïque d'habitats représentée par la rhizosphère des plantes, mais aussi dans les interspaces de celles-ci, endroits où tombent les débris végétaux qui seront ensuite pris en charge par un consortium de communautés microbiennes en vue de leur minéralisation. Dans les environnements arides, les ressources du sol s'accumulent aussi, autour des plantes et constituent des ressources icelands dans lesquelles le nombre et la composition des communautés microbiennes augmentent (Herman, 2004). Ces habitats naturels sont probablement aussi, le siège de souches nouvelles souches rares d'actinomycètes productrices d'agents anti-microbiens et dont la mise en culture par les méthodes traditionnelles est impossible. L'utilisation des techniques moléculaires, dont, entre autre, la PCR-DGGE, permet l'obtention de taux élevés d'actinomycètes producteurs d'agents anti-microbiens. Basil *et al.*, (2004) comparant le nombre de souches obtenus sur rhizosphère d'*Artemisia tridentata* ont trouvé des différences significatives selon la méthode utilisée : Les méthodes traditionnelles par suspension/dilution ne montraient pas de différences significatives entre rhizosphère et interspace des plantes. Par contre par PCR-DGGE, ils ont obtenu des différences entre les 2 compartiments, ainsi qu'une plus grande quantité d'actinomycètes.

En raison de l'hétérogénéité de leur distribution, nous pouvons dire aussi que les compartiments de sol testés dans notre expérimentation représentent un continuum de communautés vivant en harmonie avec les contraintes environnementales ; et que de ce fait la rhizosphère proche et lointaine n'est pas le seul habitat à préserver. L'interspace des plantes renferme de sa part des communautés importantes ayant co-évolué avec les plantes du milieu et qui peuvent constituer des banques de gènes à utiliser en cas de changements brusques ou à utiliser dans le cadre des environnements similaires.

**PROBLEMES DE LA LUTTE CHIMIQUE AU SAHARA ALGERIEN :
CAS DES ACRICIDES**

Ould El Hadj M. D.

Laboratoire Bioressources saharienne, Protection et Valorisation. Laboratoire Protection des Ecosystèmes en zones Arides et Semi-arides. Université Kasdi Merbah - Ouargla, BP 511 Ouargla 30000 (Algérie)

RESUME

Au Sahara *Schistocerca gregaria* (Forsk. 1775), pose d'énormes problèmes économiques et jusqu'ici il n'a été possible de le combattre efficacement que par des pulvérisations intenses de substances chimiques.

Le Sahara algérien a été très souvent le théâtre de cette lutte, au cours d'invasion acridienne ou durant la lutte préventive.

Les applications répétées anarchiques et à grande échelle dans les oasis au cours d'une invasion acridienne massive, soulèvent des inquiétudes et laissent apparaître leurs effets sur l'environnement saharien et la santé.

L'effet des acridicides organophosphorés, organochlorés, les carbamates ou les pyréthrénoïdes de synthèse sur les vertébrés et les invertébrés est nettement perceptible au cours d'une lutte chimique en palmeraie, biotope marqué par l'activité de l'homme.

Des effets négatifs après une campagne de lutte, sont notés sur toutes les catégories d'organismes non visés y compris des familles comprenant la faune utile naturelle du palmier dattier.

Il a été constaté sur terrain l'action phytotoxique de certaines classes d'insecticides sur la physiologie du palmier, perceptible sur la qualité morphologique de la datte qui prend un aspect crénelé.

De plus les dattes fixent fortement ces produits dangereux pour la consommation humaine.

Les zones d'épandage de ces produits se caractérisent par des sols sablonneux. Dans ces solum, vu les pores d'un trop grand diamètre, les eaux de ruissellement, polluées par les acridicides, ne sont pas retenues dans les couches superficielles, mais s'infiltrent et gagnent les couches profondes. La composition des eaux profondes dépend de la qualité physico-chimique de ces eaux ; une telle qualité que l'on retrouve dans la nappe.

Mots clés : *Sahara, palmier, acridien, acridicide, eau souterraine, lutte chimique.*

Introduction

Il n'y a pratiquement aucun groupe d'animaux, que celui des acridiens qui de tout temps ait été associé à l'homme, à l'imagination des événements catastrophiques destructeurs fatalement inévitables (Kara, 1997). Jusqu'au début de ce siècle, il n'y avait pratiquement rien de changé quant à l'impuissance à l'égard de la présence massive des criquets grégariaptés, qui s'accompagnent le plus souvent d'une disette non seulement régionale mais encore beaucoup plus large, de misère, d'exode et de nombreux morts. Parmi les locustes *Schistocerca gregaria*, célèbre dans les faits et dans les fables, depuis les temps les plus anciens, a toujours menacé l'Afrique et l'Asie (Pasquier, 1942).

Les invasions de ce Caelifère peuvent couvrir une vaste superficie de 29 millions de kilomètres carrés, en touchant des collectivités agricoles de 57 pays d'Afrique et d'Asie (Raina, 1991). Quatre facteurs donnent à cet acridien une importance particulière : sa grande mobilité, la fréquence élevée de ses invasions, sa voracité et sa polyphagie en phase grégaire (Popov *et al.*, 1990).

L'Algérie est l'un des pays les plus menacés par le fléau acridien. Elle offre des conditions si favorables au développement de cet insecte qu'elle a été considérée par Pasquier et Delassus (1929), comme étant leur terre d'élection. Au Sahara, le criquet du désert pose d'énormes problèmes. Certes, l'histoire nous a laissé le souvenir des invasions et des dégâts de la sauterelle pèlerine subis par l'agriculture saharienne. Le remède à envisager, à court terme contre ce terrible péril acridien reste encore l'épandage de pesticides. A la veille du troisième millénaire, le souci de plus en plus marqué de préserver l'environnement saharien a projeté au premier plan les risques de pollution chimique et son impact sur la faune utile et nuisible du milieu saharien, ses conséquences sur le végétal et les populations. Face à ce constat et sachant que le Sahara est un milieu très fragile, il s'avère important de noter les conséquences d'une lutte chimique à base d'insecticide à large spectre sur cet écosystème aride.

Le Sahara en relation avec son écosystème faunistique et floristique : cas de la palmeraie

Si le mot désert signifie absence de vie, il ne faut pas croire pour autant qu'au Sahara, flore, faune et population soient réduites à néant. Ce qui caractérise avant tout, la vie au désert, c'est moins son absence que son extrême irrégularité. Les conditions arides, si elles étaient homogènes, excluent pratiquement toute vie sur toute la surface du Sahara. Pour de nombreuses raisons locales, elles peuvent s'atténuer. Les êtres vivants disposent ainsi de stations plus favorables qui leur servent d'abri. Ces microclimats sont dus, tantôt au relief, tels que les trous de rochers, des surplombs, des talwegs, tantôt à la végétation. C'est ainsi que la température de l'air est inférieure de plusieurs degrés à l'intérieur d'un buisson par rapport à l'air ambiant (Dreux, 1980). La température du sol à l'ombre du même buisson peut être de 10 à 12° C plus faible que les points exposés au soleil. Après une pluie ou une rosée, le sol se maintient humide beaucoup plus longtemps dans les parties qui sont abritées par des arbres et des arbustes (Vial et Vial, 1974). Une palmeraie dense constitue un mésoclimat sous-jacent où la luminosité, la turbulence des vents et l'évaporation sont considérablement réduites par rapport à une palmeraie à plantation régulière et à recouvrement partiel. La végétation de ces lieux permet des conditions de vie différentes du milieu ambiant saharien.

L'agriculture d'oasis a traditionnellement constitué le support des implantations humaines au Sahara. L'oasis peut se définir comme un espace cultivé dans un milieu désertique fortement marqué par l'aridité (Côte, 1992). Elle constitue un écosystème dans lequel l'artificialisation du milieu naturel est très grande.

Le palmier dattier est à la base de cette mise en valeur, l'irrigation étant l'autre élément fondamental. De ce fait, on peut même penser que sans le palmier dattier aucune production agricole ne serait possible et qu'en conséquence aucune vie humaine ne pourrait se maintenir au Sahara (Villardebo, 1975). Car l'adaptation animale est toujours moins parfaite que l'adaptation végétale au milieu saharien. A la différence des plantes, les animaux du moins les plus mobiles, peuvent se déplacer en direction des régions momentanément plus clémentes, plus arrosées et plus riches en substances alimentaires. Beaucoup d'animaux vivant dans les déserts, sont originaires des zones voisines et ne font que passer. Ceux qui sont condamnés à rester au Sahara doivent présenter des adaptations pour résister aux conditions difficiles du milieu (Gautier, 1929 ; Monod, 1973 et 1992). D'après Vial et Vial (1974), il n'existe pas au Sahara de vertébrés étroitement adaptés à la vie souterraine comme la taupe des régions tempérées. Mais de nombreuses espèces sont terricoles. La végétation des palmeraies, permet des conditions de vie différentes du milieu ambiant saharien. La faune y trouve généralement une température et une humidité différentes des alternances de plages d'ombre et de soleil et un abri contre le vent. Ce biotope marqué par l'activité humaine, frappe d'abord par la présence d'espèces qui, traditionnellement accompagnent l'homme, ne subsistent souvent que grâce à lui. Le peuplement des palmeraies n'a rien d'original. Il s'y trouve moins d'insectes phytophages que dans un lit d'oued. Il faut noter que la rareté et la dispersion des ressources alimentaires constituent, avec leurs fluctuations temporaires, un important élément de la biologie désertique. Les animaux ont su exploiter au maximum les multiples possibilités offertes par certains habitats. Nombre d'entre-eux doivent à la permanence des microclimats de type oasien d'avoir pu se maintenir au Sahara. Doumandji-Mitiche (1999) note que la palmeraie est un biotope à la fois diversifié par la richesse de sa flore et de sa faune, et fragilisée par les agressions du milieu extérieur rude.

Bilan et conséquence d'une organisation de lutte au Sahara

Au Sahara les criquets posent d'énormes problèmes (Fig. 1), et jusqu'ici, il n'a été possible de les combattre efficacement que par des pulvérisations intensives de pesticides chimiques qui pour l'instant, sont le seul recours possible en cas d'infestation grave. Leurs applications répétées, anarchiques et à grande échelle, ont des incidences sur l'environnement saharien pouvant être graves. Les effets toxiques qui résultent des substances elles-mêmes, et leurs produits de dégradation ou de leurs impuretés peuvent se manifester dans différentes conditions. Le pesticide le plus efficace, le dieldrine, est interdit dans la plupart des pays (Brader, 1991), fut jadis utilisée dans cette bande aride.



Photo 1- Dégâts du criquet pèlerin en palmeraie

(Exploitation agricole ex-ITAS). (BOUZIANE, 2005)

Le Sahara algérien dans son ensemble fait partie de l'aire d'invasion du criquet du désert et abrite des aires grégaires de cet insecte dévastateur. Lors de l'invasion de 1987-1988, l'Algérie, en plus de ses moyens matériels, mobilise 40 millions de dollars pour couvrir les frais organisationnels, l'acquisition de pesticides (4 500 000 litres de pesticides achetés entre 1987-1988) ; l'affrètement d'aéronefs (45 avions et hélicoptères ont été mis en opération pendant les périodes de pointe et de protection des utilisateurs). Ainsi 2000 personnes environ (techniciens et personnels de soutien) ont participé d'une manière active aux opérations de lutte. La superficie traitée à l'époque en Algérie a été de 2 200 000 ha (INPV, 1999) dont les 90 % des surfaces traitées sont localisées dans le Sahara (oued, palmeraie et périmètres irrigués). Durant cette période, il a été constaté après la campagne de lutte antiacridienne, l'effet de certains acridicides en palmeraie, les oiseaux et les invertébrés. Des effets négatifs des produits ont été observés sur toutes les catégories d'organismes, y compris des familles comprenant des ennemis naturels des acridiens, mais aussi des auxiliaires du palmier dattier. En plus l'empoisonnement des écosystèmes naturels et des eaux souterraines par les résidus de ces produits, il y a risque d'apparition d'espèce résistante. Vu qu'il a été démontré que les acridiens ont la capacité d'élaborer des mécanismes de résistance à ces produits (Coderne, 1992). Ceci conduit à une dégradation parfois irréversible du milieu oasien, suite aux acridicides à large spectre. La phytotoxicité et l'accumulation des résidus toxiques au niveau des produits destinés à la consommation ont fait leur apparition (Dridi, 1999). Des effets de ces acridicides ont été perceptibles sur le palmier dattier qui réagit mal à cet arsenal chimique par la production de dattes d'aspect crénelé. En plus, les dattes fixent fortement ces produits dangereux pour la consommation humaine et pour l'environnement.

De même en 1995, malgré le déficit pluviométrique notable dans tout le Sahara, dans la wilaya d'Adrar, on a assisté à de fortes concentrations de *S. gregaria*. Ces pullulations ont lieu dans les zones de mise en valeur de Stah Azzi, Reggane, Aoulef, Tsabit, Baâmar, Mriguen et Aougrouit. L'endroit le plus infesté dans cette région était la zone de Zaouiet Kounta (plateau de Stah Azzi). Cette partie englobait 45 pivots de céréales ; elle représente à elle seule 60 % des surfaces de cultures maraîchères de plein champ et plasticulture de la wilaya. Les palmeraies aux alentours ont connu les attaques de cette locuste. Au cours de la lutte purement chimique dans cette zone aride, qui dura 5 mois, allant du 17 février au 11 juillet 1995, plus de 10 550 ha ont été traité (Ould El Hadj, 2002). Les acridicides utilisés durant cette campagne de lutte sont le malathion et le diazinon. Cependant la plupart des pesticides modernes de substitution sont beaucoup moins toxiques et sont pour cela appliqués plus fréquemment dans les traitements de couverture. Bien qu'ils soient moins toxiques que la dieldrine, leurs incidences sur l'environnement peuvent être plus graves (Saizonou, 2000). En plus de son aspect polluant, la lutte chimique est trop coûteuse comme en témoignent les dépenses.

De mars à mai 2004 et Octobre à mars 2005, dans la région de Ouargla, le bilan matériel de ces deux campagnes de lutte antiacridienne se compose de 1166 pulvérisateurs motorisés à dos, 600 pulvérisateurs manuels à dos, 12 véhicules tout-terrain, 5 hélicoptères, 8 camions équipés par des appareils de pulvérisation, 52 citernes de 3 000 litres tractés aménagés. Durant cette période plus de 102 876 ha ont été infestés par le criquet du désert, dont 87 % des superficies ont été traitées (Bouziane, 2005). L'acridicide miracle durant cette période de lutte chimique intense est une solution huileuse largement utilisée en lutte antiacridienne sous l'appellation d'alphytrine. Il est de la famille des pyréthrinoides de synthèse ayant pour matière active le deltaméthrine à concentration 25 g/l.

Ould El Hadj (2003) à la recherche de l'impact du traitement d'un acridicide sur l'entomofaune associée en palmeraie dans la cuvette de Ouargla (nord-est Sahara septentrional algérien), rapportent que l'usage du Dursban 240, a décimé indistinctement l'entomofaune utile et nuisible du palmier dattier. Sur les 33 espèces identifiées, 69,7 % sont tuées ; 23,1 % n'ont pas été retrouvées ni mortes, ni vivantes ; 9,1 % ont manifesté une résistance physique vis à vis de l'acridicide. Ce sont *Parlatoria blanchardi*, *Ectomyeloides ceratoniae* et *Apate monachus*, considérés comme les principaux ravageurs du palmier dattier. Le cas le plus spectaculaire est observé pour la cochenille blanche du palmier dattier. L'acridicide a décimé toutes les larves mobiles alors que celles fixées et les adultes se trouvant protégés par les boucliers sont demeurées vivants, quelle que soit la dose appliquée. L'équilibre biologique de cet écosystème est rompu.

Maujoub (1988) rapporte que malgré le progrès prodigieux réalisé dans cette entreprise gigantesque les données accumulées sur les derniers cycles d'invasions, particulièrement celles ayant trait à l'importance des essaims et à l'envergure de leurs déplacements, ont montré clairement qu'il est pratiquement impossible d'arrêter une invasion lorsqu'elle atteint une certaine ampleur : la lutte chimique entreprise à ce stade avancé du développement de l'invasion ne fait que limiter les dégâts, sans pour autant parvenir à la juguler. La solution du problème acridien ne se situe donc plus dans l'emploi des grands moyens, elle réside plutôt dans l'utilisation judicieuse des connaissances acquises dans le domaine de la bio-écologie de l'insecte.



Photo 2- Résultat d'un traitement au Sahara
(Région de Ouargla) (Bouziane, 2005)



Photo 3- Résultat d'un traitement au Sahara
(Région de Ouargla) (Bouziane, 2005)

Au Sahara, pour les campagnes antiacridiennes, on s'est servi de quantités de pesticides sans précédent, dont la plupart étaient interdites. Notons que la plupart du temps la palmeraie est le théâtre d'une intense lutte ; là où la lutte chimique est inacceptable. Au cours d'une invasion acridienne de grande envergure, surtout en milieu saharien, à la recherche d'un traitement de choc et radical, même les pesticides interdits dans la plupart des pays, sont utilisés d'une manière anarchique (Fig. 2 et 3).

Conséquences et devenir des acridicides

La lutte chimique massive pratiquée jadis, soulève des réserves à propos de certains de ses aspects touchant à son coût, à sa nocivité vis-à-vis de l'homme, des animaux et de l'environnement. Il n'est plus permis de déverser, dans de vastes régions infestées, des quantités de produits chimiques aussi importantes que celles employées dans les campagnes antérieures (Maujoub, 1988). Les effets résultant de pollution chronique n'apparaissent qu'à très long terme, les causes de nuisance ne sont pas faciles à mettre en évidence, et les effets sont constatés *a posteriori* ; lorsqu'ils ne peuvent plus être évités. C'est pourquoi il est souhaitable de prévoir les effets des pesticides avant de les utiliser et d'évaluer les risques susceptibles de concerner l'homme et son environnement (Cabridenc *et al.*, 1980).

Selon les mêmes auteurs, la prévision de l'écotoxicité d'un pesticide est un problème difficile à résoudre, du fait de la complexité des mécanismes en cause et de la multiplicité des organismes concernés. Les acridicides sont en effet systématiquement tous présumés néfastes, puisque la totalité contient des substances actives classées au code de la santé publique comme substances vénéneuses dites toxiques et nocives. Les produits toxiques diffusés volontairement ou non, ont un devenir qu'il importe de connaître, puis de surveiller avec soin. La pollution des écosystèmes naturels par un produit toxique peu biodégradable se traduit, à plus ou moins long terme, par une série de phénomènes écotoxicologiques, souvent très complexes. Une utilisation irrationnelle de pesticides peut avoir un impact négatif sur l'homme et sur l'environnement. Il peut arriver (Anonyme, 1993), une dégradation du pesticide dans le sol en métabolites encore plus dangereux, sous l'effet de la chaleur. De même il arrive un lessivage du pesticide suivi de la contamination de la nappe phréatique. Les zones d'épandage des acridicides se caractérisent par des sols sablonneux. Dans ces sols vu les pores d'un trop grand diamètre, les eaux de ruissellement polluées par les pesticides ne sont pas retenues dans les couches superficielles mais s'infiltrent et gagnent les couches profondes. Ainsi la composition des eaux profondes dépend de la qualité physico-chimique de ces eaux ; une telle qualité que l'on retrouve, dans la nappe phréatique. Il peut arriver aussi que les acridicides présentent un effet négatif sur les organismes

tels que les oiseaux, les mammifères sauvages ou domestiques. Pour Jouan (1980), deux types de risques se présentent, alors que l'on peut rattacher dans un langage courant :

- Risque écologique : effet sur la faune et la flore.
- Risque toxicologique : risque pour l'homme.

Le problème est complexe, car le plus souvent nous ne disposons d'aucune connaissance concernant l'évolution d'un acridicide, ni sur son métabolisme, ni sur ses possibilités de bioaccumulation ou de biomagnification, pas plus que sur les phénomènes de synergie résultant de la présence simultanée d'autres substances ou des conditions du milieu aride. Cependant, l'arsenal chimique utilisé dans la lutte antiacridienne est très diversifié. Il se compose de produits organochlorés (dieldrine, lidane, alderine, texaphène, HCH, etc.) ; de produits organo-phosphorés (fenitrothion, malathion, diazinon, parathion, chlorpyrifos-éthyle) ; des carbamates (propoxur, carbaryl, bendiocarbe, etc.) ; des pyréthrinoides de synthèse (delmethrine, cyperméthrine, paraméthrine, decaméthrine, fendalenate, etc.) ; des régulateurs de croissance (telfubenzuron, diffubenzuron).

Conclusion

Cet exposé n'aurait pas atteint son but s'il n'avait pas fait sentir comme nous l'espérons que la régulation des acridicides est une action en perpétuelle évolution. D'après la définition donnée à Stockholm à la conférence de l'ONU sur l'environnement. La pollution n'existe que lorsque la santé de l'homme, son bien-être et ses ressources sont en danger ou susceptibles d'être en danger. C'est le cas des acridicides au Sahara.

Références bibliographiques

- ANONYME**, 1993 : - Lutte contre le criquet pèlerin par les techniques existantes, évaluation des stratégies. Compte rendu du séminaire de Wageningen, Pays Bas, 140 p.
- BOUZIANE N.**, 2005 : - Problème acridien actuel dans la région de Ouargla- Bilan et perspectives. Mém. Ing., Université Kasdi Merbah, Ouargla, 117 p.
- DREUX P.**, 1980 : - Précis d'écologie. Ed. Presses univ. France, Paris, 231 p.
- DRIDI B.**, 1999 : - Lutte contre le ver de la datte *Ectomyoloides ceratonia* Zeller (Lepidoptera, Pyralidae) par l'utilisation de la technique des insectes stériles (TIS), 1^{ère} application dans la wilaya de Biskra. Atelier sur la faune utile et nuisible du palmier dattier et de la datte; Ouargla les 22 et 23 Février : 11-15.
- CABRIDENCE R., COURILINKOV I. et de LAVAU E.**, 1980 : - Evaluation au stade laboratoire des risques toxiques résultant des pesticides. Cahier de nutrition et de diététique, France, 4 : 69-74.
- CODERNE D.**, 1992 : - La lutte biologique : toile de fond de la situation. Ed. Gaëtan Morin éditeurs, Montréal : 3-16.
- COTE M.**, 1992- Espoir et menace sur le Sahara : les forme récentes de mise en valeur agricole. 8^{ème} session, du 11 au 20 Avril, Ghardaïa, 17 p.
- DOUMANDJI-MITICHE B.**, 1999 : - La lutte biologique en palmeraies algérienne contre quelques déprédateurs. Recueil des résumés, II^{èmes} journées scientifiques sur l'agriculture saharienne, INRAA, Touggourt, les 11, 12 et 13 Octobre : 16-17.
- GAUTIER F.**, 1929 : - Le Sahara. Ed. Payot, Paris, 232 p.
- INPV**, 1999 : - Index des produits phytosanitaires. Ed. INPV, El Harrach, 144 p.
- JOUAN Y.**, 1980 : - Effets des pesticides sur les chaînes trophiques. Cahier de nutrition et de diététique, Paris, 4: 47-54.

- KARA Z.**, 1997 : - Etude de quelques aspects écologiques et régimes alimentaire de *Schistocerca gregaria* (Forskäl, 1775) (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae) dans la région d'Adar et en conditions contrôlées. Thèse Magister, INA, El Harrach, 182 p.
- MAHJOUB N.**, 1988 : - Le problème du criquet pèlerin et les perspectives de sa solution. Sahel PV INFO, 7: 8-11.
- MONOD T.**, 1973 : - Les déserts. Ed. Horizons, Paris, 247 p.
- MONOD T.**, 1992 : - Du désert. Sécheresse, (3) : 7 - 24.
- OULD EL HADJ M.D.**, 2002 : - Les nouvelles formes de mise en valeur dans le Sahara algérien et le problème acridien. Sécheresse, Vol. 13 (1) : 37 - 42.
- OULD EL HADJ M. D., TANKARI DANBADJO A. et HALOUANE F.**, 2003 : - Etude comparative de la toxicité de trois substances acridifuges sur les larves du cinquième stade et sur les adultes de *Schistocerca gregaria* (Forskäl, 1775) (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae). Rev. Courrier du savoir, Univ. M. Khider, Biskra, (3) : 47 - 51.
- PARQUIER M.**, 1942 : - Prévision et période d'invasion de la sauterelle pèlerine en Afrique du Nord. Les difficultés de la lutte au siècle dernier. Bul. soc. Agr., Algérie : 1-20.
- PARQUIER M. et DELASSUS M.**, 1929 : - Lutte contre les sauterelles en Algérie. Direction de l'agriculture, du commerce et de colonisation, Alger, 94 p.
- POPOV G. B., LAUNOIS-LUONG M. H. et VAN DER WELL J.-J.**, 1990 : - Les oothèques des criquets du Sahel. Ed. Prifas, «Coll. Acrid. op.», (7) : 153 p.
- RAINA S. K.**, 1991 : - Elaboration d'une stratégie de lutte contre le criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria*. Ed. Cab International, Royaume Uni : 54-55.
- SAIZONOU**, 2000 : - Lubilosa et lutte biologique contre les acridiens. Agriculture, hors série, (1) : 3 - 17.
- VIAL Y. et VIAL M.**, 1974 : - Le Sahara milieu vivant. Ed. Hatier, Paris, 223 p.
- VILARDEBO A.**, 1975 : - Enquête-diagnostic sur les problèmes phytosanitaires entomologiques dans les palmeraies de dattier du Sud-Est algérien. Bull. soc. Agr., Algérie, Vol. 1, 3 : 1-27.

L'ENTOMOFAUNE
DES *Hyménoptères Apoidea*
DANS LA REGION SAHARIENNE DE DJAM'A (W. D'EL OUED)

Arigue S.F.

Département de biologie, Institut des sciences et sciences de l'ingénieur, Université Mohamed Kheider, BP : 145 Biskra – Algérie. souffaridaarigue@caramail.com

RESUME

L'étude est menée sur les abeilles sauvages dans trois stations de la Daïra de Djamaa Wilaya d'El-Oued.

Les observations, conduites d'octobre 2001 à septembre 2002, ont révélé la présence de 14 taxons répartis dans 4 familles : *Andrenidae*, *Anthophoridae*, *Halictidae* et *Megachilidae*.

Le dénombrement fait apparaître la prédominance de la famille des *Halictidae* (91,19 %).

Les *Megachilidae* couvrent 4,85 %, les *Andrenidae* (3,56 %) et les *Anthophoridae* 0,4 %.

Les spécimens récoltés dans la région ne sont pas tous déterminés jusqu'à l'espèce. Ceci est dû au manque de clés d'identification spécialisées aux espèces du Maghreb.

Parmi les 14 taxons recensés nous avons 5 nouveaux taxons qui ne sont pas signalés par les auteurs du début XX^{ème} siècle en Algérie.

Après avoir étudié la classification, nous avons alors examiné l'aire de répartition des espèces. Il est apparu que certaines espèces d'abeilles sont localisées dans une ou deux stations. D'autres, cosmopolites, se retrouvent dans les trois stations prospectées.

L'étude de la diversité et de la structure du peuplement d'abeilles montre que celui-ci est peu diversifié.

Cette étude est effectuée à partir de plusieurs indices écologiques ainsi que d'une étude statistique composée d'une analyse de variance et d'une analyse factorielle des correspondances.

L'étude de la distribution d'abondance indique que le peuplement d'abeilles suit une progression géométrique.

Par ailleurs, l'étude phénologique des familles et des espèces montre que la plupart des familles sont bien représentées au printemps et au début d'été.

Mots clés : *Apoïdes sauvages – Biosystématique – Djamaa - Choix floraux.*

**ETUDE DE L'ACTION D'UN CHAMPIGNON ENTOMOPATHOGENE
SUR UN INSECTE (*Schistocerca gregaria*)
QUI ACCENTUE LA DESERTIFICATION**

Bissad F.¹ & Doumandji-Mitiche B.²

¹ Département de biologie, Faculté des Sciences, Université de Boumerdes

² Département de Zoologie Agricole et Forestière, INA, El Harrach

RESUME

Dans cette étude, nous avons appliqué par ingestion 3 doses de champignon avec un témoin sur des L5 de *S. gregaria* de même âge ce sont : D1=1,64 X 10⁷ spores/ml, D2 = 1,64 x 10⁶ spores/ml et D3 = 1,64 x 10⁵ spores/ml. Les témoins ont été traités par l'eau distillée. Nous avons remarqué à la forte dose les tous les individus traités sont morts au 6^{ème} jour, tandis qu'à faible dose les 100 % des mortalités n'ont été enregistrés qu'au 9^{ème} jour. Ensuite, nous avons calculé la DL50, qui est égale à 6,91 x 10⁵ spores/ml.

Pour étudier l'effet du champignon sur le tube digestif, nous avons préparé deux lots. Le 1^{er} lot a été traité par ingestion à DL50. Le 2^{ème} lot témoin traité par l'eau distillée. 5 jours après le traitement de ces 2 lots, on a récupéré, disséqué et prélevé les tubes digestifs des criquets. A l'œil nu, nous avons remarqué que les tubes digestifs des traités ont subi une momification.

L'examen des différentes parties des tractus digestifs des L5 de *S. gregaria* au microscope optique a mis en évidence des différences notables de structure chez les individus traités comparativement au témoin. Ces modifications ont été observées au niveau de stomodeum et de proctodeum. Le mesenteron a montré une résistance contre l'agression fongique.

Mots clés : *Schistocerca gregaria*, *Beauveria bassiana*, mortalité, Histologie, Tube digestif.

Introduction

L'importance économique des acridiens nuisibles n'est pas à démonter. Plus de la moitié des terres émergées peuvent être sujet à l'attaque de leurs essaims. Un continent tout entier peut être envahi. L'Afrique est particulièrement concernée. A titre d'exemple, un essaim de criquet pèlerin de 10 km² contient environ 2 milliards d'individus, consommant chacun l'équivalent de son propre poids (2 g) par jour, infligeant une perte de 4 000 tonnes de végétation fraîche par jour.

Face à ce fléau acridien, au cours des grandes invasions, la lutte chimique a largement contribué à éviter la pire par l'utilisation de tout un arsenal d'insecticides. Cependant elle a alourdi le bilan environnemental par l'intoxication de l'homme et du bétail, la raréfaction et la destruction de la faune utile et les insectes auxiliaires (Launois-Luong et al., 1988). Dans la quête de nouvelles techniques pour protéger les cultures, l'intérêt des chercheurs scientifiques se tourne vers la lutte biologique, qui consiste à détruire les insectes nuisibles par l'utilisation de leurs ennemis naturels appartenant, soit au règne animal, soit au règne végétal (Greathed et al., 1994).

C'est dans ce cadre que nous apportons notre contribution par le présent travail de recherche qui consiste à étudier l'effet d'un champignon entomopathogène *Beauveria bassiana* Bals sur la mortalité et la structure du tube digestif du criquet pèlerin.

I - Matériel et méthodes :

I.1 Matériel biologique :

- **Les criquets :** Notre travail a été effectué sur des larves de *Schistocerca gregaria* provenant des oothèques reçues de la région de Zaouiët Kounta dans la wilaya d'Adrar. L'élevage s'est déroulé dans une salle équipée au niveau de département de la lutte antiacridienne (LAA) de l'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV). Ces insectes sont placés dans des cages à une température de **30,1° C** et une humidité relative de 80 %. Ils sont nourris par un mélange de chou et de blé avec un complément du son de blé.
- **Le champignon :** Le cryptogamme *B. bassiana* a été isolé à partir des individus du criquet pèlerin récoltés dans la région d'Adrar en décembre 2006. L'isolement et la multiplication du champignon sont effectués au niveau du département de botanique de l'Institut National Agronomique d'El Harrach.

I.2 Préparation de l'inoculum :

A partir d'une culture de *B. bassiana* âgée de 15 à 20 jours, on prélève des colonies que l'on introduira dans des récipients contenant de l'eau distillée. Après agitation et filtration on récupère le filtrat qui constituera la solution mère. La concentration de cette solution est évaluée à l'aide de la cellule de Malassez. Les différentes doses utilisées sont obtenues par des dilutions successives de la solution mère titrée à la concentration la plus élevée.

I.3 Traitement :

Les criquets utilisés sont des imagos âgés de 4 jours qui pèsent en moyenne entre 2,73 et 3,20 g.

Le mode de traitement choisi est le traitement par ingestion. Dans ce cas, il faut préalablement faire jeûner les insectes pendant 24 heures avant de leur présenter l'aliment traité par l'entomopathogène. Ensuite, l'aliment traité est placé dans des flacons à moitié remplis d'eau pour éviter leur détachement.

I.4 Etude de la mortalité :

Pour étudier l'effet du champignon sur la mortalité du criquet pèlerin nous avons choisi les doses suivantes : D1 = $1,64 \times 10^7$ spores/ml, D2 = $1,64 \times 10^6$ spores/ml, D3 = $1,64 \times 10^5$ spores/ml et D0 = 0 spores/ml (l'aliment est traité par l'eau distillée). Pour chaque dose, nous avons fait 3 répétitions. Dans chacune d'elles nous avons utilisé 32 imagos. La mortalité est notée quotidiennement. Nous avons aussi observé les symptômes que provoque le traitement chez les insectes.

I.5 Etude histologique :

Pour voir l'action du champignon sur la structure du tube digestif du criquet pèlerin, nous avons préparé 2 lots : le 1^{er} a été alimenté par le blé traité à la DL50 calculé, tandis que le 2^{ème} lot, qui représente les témoins, a été alimenté par le blé traité à l'eau distillée stérile.

I.5.1 Technique du travail :

La méthode suivie est celle de Martoja et Martoja (1967) qui donne comme résultats des coupes histologiques très fines et observables au microscope photonique. Cinq jours après traitement, on prélève les tubes digestifs chez les individus témoins et traités. Après dissection, on prélève les tubes digestifs et on le place dans un pilulier étiqueté et rempli d'un liquide fixateur (le Bouin de Hollande). Avant de passer à l'étape de déshydratation, les tubes digestifs sont lavés à l'eau courante pendant 24 h, afin d'éliminer l'excès de liquide fixateur.

Puisque la paraffine n'est pas miscible à l'eau, il faut d'abord extraire cette dernière des tissus en effectuant des passages successifs des tubes digestifs dans des bains d'alcool d'ordre croissant, soit : 70°, 95°, 100°, puis dans le butanol. L'imprégnation à la paraffine se déroule dans l'étuve à une température entre 58 à 60° C. Ensuite, les blocs sont confectionnés, puis coupés par le microtome. Avant de passer à l'observation, nous avons coloré nos coupes par la coloration de Mallory.

II - Résultats et discussion

II – 1 Effet de *B. bassiana* sur la mortalité :

Chez les individus traités au *B. bassiana*, on assiste à une diminution des mouvements des criquets et à une baisse d'appétit des insectes. On observe aussi des taches rougeâtres sur le thorax, quelques heures après l'insecte soit paralysé. Après la mort, le corps de l'acridien est recouvert d'un duvet blanchâtre en présence d'humidité (fig.1).

Fig.1 : Symptôme d'infection de *Schistocerca gregaria* par *B. bassiana*



Les taux de mortalités journalières obtenus ont portés sur la figure n°2.

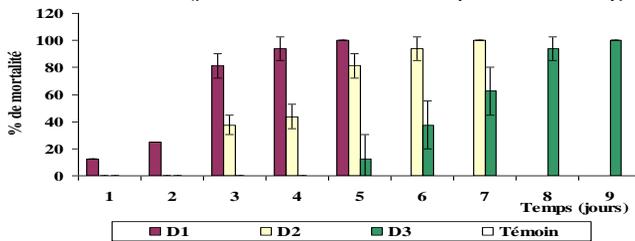


Fig. 2 : Taux de mortalité chez les individus de *S. gregaria* traités au *B. bassiana*

mortalité des individus est obtenue au 6^{ème} jour, au 7^{ème} jour à la D2 et

au 9^{ème} jour à la faible dose D3. Parallèlement nous n'avons enregistré aucune mortalité chez les témoins. L'analyse de la variance révèle une différence hautement significative entre les doses de traitement ($P < 0,05$).

Des résultats similaires ont été obtenus par Doumandji et al., (1999) qui ont enregistré au laboratoire des taux de mortalités de 100 %, entre le 6^{ème} et le 12^{ème} jours, sur les différents stades de *Locusta migratoria* traités par ce champignon par le mode de contact. En plein champ, Brinkman et al. (1997), ont noté un pourcentage de mortalité de 72,7 % au 10^{ème} jour, toujours chez le criquet migrateur traité par une formulation huileuse de *B. bassiana*.

La DL50 est obtenue par transformations des pourcentages de mortalité en probits et les doses en logarithmes népériens. Après, nous avons tracé une droite de régression avec son équation ; cela nous a permis d'estimer la DL50, qui est égale à $6,91 \times 10^5$ spores/ml.

II – 2 Effet le tube digestif :

A l'œil nu, l'examen des tubes digestifs chez les individus traités ne montre pas de lésions macroscopiques, qui se traduisent parfois par des formations pathologiques, d'expansions, de tumeurs ou de dépressions engendrées par la destruction de quelques organes. Ce qui nous a poussé à faire la comparaison au microscope optique entre les différents organes témoins et traités, pour constater les modifications structurales.

L'examen des différentes parties des tubes digestifs a mis en évidence des différences notables de structure chez les individus traités comparativement au témoin. Des lésions microscopiques, du point de vue histologique, ont été remarquées suite au traitement.

Le champignon a engendré des modifications de structure au niveau de l'intestin antérieur et postérieur. L'intestin moyen s'est montré résistant à l'agression fongique. Ceci serait peut-être lié à la forte activité enzymatique présente dans cette partie du tube digestif et qui a dû freiner l'action du champignon (voir annexe).

Par contre chez les acridiens traités par *Bacillus thuringiensis*, les différentes parties du tube digestif n'ont subi aucune altération puisque le pH du tube digestif des acridiens est acide, ce qui ne favorise pas la libération des toxines chez ce groupe d'insectes. Par contre chez les lépidoptères, cette bactérie présente un effet immédiat qui provoque la mort des chenilles et une dégénérescence de l'épithélium intestinal. (Habes et Soltani, 1992 ; Madaoui et Marabti, 1996 ; Tahy et Yaici, 1997).

Conclusion

Au laboratoire, le champignon entomopathogène *B. bassiana* a provoqué une efficacité satisfaisante vis-à-vis des imagos du criquet pèlerin traités par ingestion avec des taux de mortalité qui varient le 5^{ème} et le 9^{ème} jour, selon la dose appliquée. Ces mortalités peuvent

provoquer, entre autre par les altérations du tube digestif chez les insectes traités à différents endroits.

Références bibliographiques

BRINKMAN M. A., FUELLER B. W. & HILL M. B., 1997 : – Effect of *Beauveria bassiana* on migratory grasshoppers (*Orthoptera, Acrididae*) and Nontarget yellow Mealworms (*Coleoptera, Tenebrionidae*) in spray tower bioassays. *J. agri. entomol.*, vol. 14, n°2, pp : 121-127.

DOUMANDJI-MITICHE B., HALOUANE F., BENSAD H., BISSAD F. et CHERIEF (?) : – The efficiency of *Beauveria bassiana* (bals) against *Locusta migratoria* and *Schistocerca gergaria* (*Orthoptera, Acrididae*). *Med fac., Landbouwn, Univ. Gent. 64/3a*, pp: 205-209.

GREATHEAD D. J., KOOYMAN C., LAUNOIS-LUONG M. H. & POPOV G. B., 1994 : – Les ennemis naturels des criquets du Sahel. *Ed. CIRAD/PRIFAS, N°8, Montpellier, 147 p.*

HABES D., & SOLTANI N., 1992 : – Perturbation de la structure de l'intestin et de l'hémogramme par le thurucide HP chez *Thaumetopoea pitycampae*. *Schiff. Mém. Soc. Belge ent.*, 35 : 721-726.

LAUNOIS-LUONG M. H., LAUNOIS M. et RACHADI T., 1997 : – Lutte chimique contre les criquets du Sahel. *Ed. CIRAD/PRIFAS, Coll. « Acrid. Opérat. », n°3 Montpellier, 83 p.*

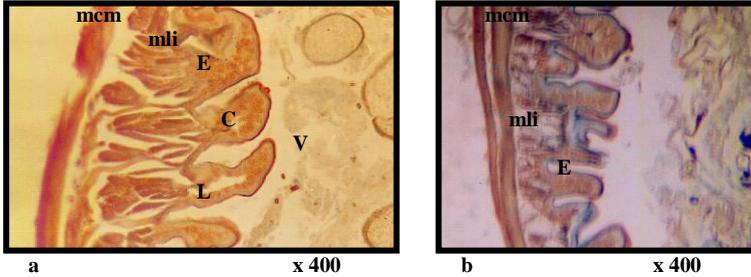
MADAOU S. & MERABTI S., 1996 : – Contribution à l'étude anatomique et histopathologique du tube digestif d'*Ectomyelois ceratoniae* (insecte, lépidoptère) parasite des dattes. Appréciation de l'impact de *Bacillus thuringiensis* sur la larve. *Mém. D.E.S., ISN-U.S.T.H.B., Bab Ezzouar, 49p.*

Martoja et martoja

TAHI R. & YAICI S. K., 1997 : – Contribution à l'étude anatomique et histopathologique du tube digestif de *Pieris barassicae* (Insecte, Lépidoptère) ravageur du chou, infesté par *Bacillus thuringiensis*. Appréciation de la virulence bactérienne. *Mém. D.E.S., INS-U.S.T.H.B., Bab-Ezzouar, 50p.*

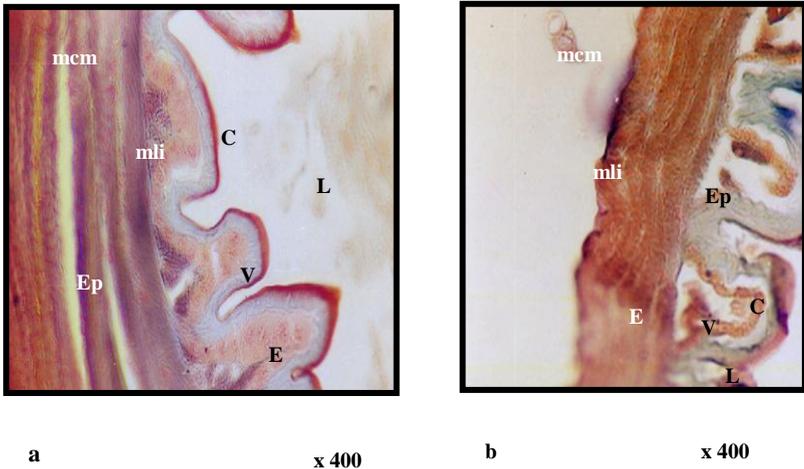
Annexes :

Fig. I : Coupes transversale au niveau du jabot chez les individus de *S. gregaria* témoins (a) et traités (b) au *B. bassiana*.



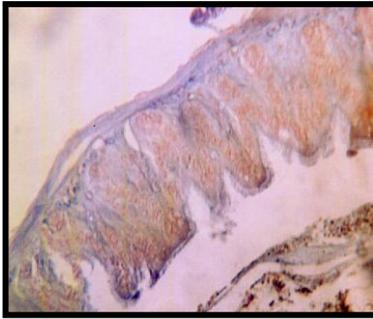
Villosités (V), la lumière (L), cuticule (C), épines (Ep), muscles longitudinaux internes (mli), muscles circulaires moyens (Mcm)

Fig. II - coupes transversale au niveau du gésier chez les individus de *S. gregaria* témoins (a) et traités (b) au *B. bassiana*



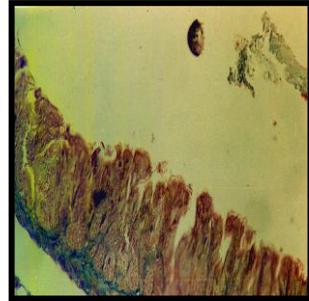
Villosités (V), la lumière (L), cuticule (C), épines (Ep), muscles longitudinaux internes (mli), muscles circulaires moyens (Mcm)

Fig. III - Coupes transversale au niveau de l'intestin moyen chez les individus de *S. gregaria* témoins (a) et traités (b) au *B. bassiana*



a

x 400



b

x 400

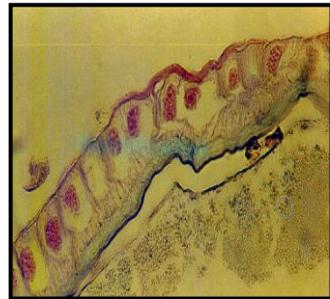
Lumière (L), membrane péritrophique (Mp), Epithélium (E), muscles circulaires internes (Mce), muscles longitudinaux externes (Mle), cellules de régénération (Cr).

Fig. IV - coupes transversale au niveau de l'iléon chez les individus de *S. gregaria* témoins (a) et traités (b) au *B. bassiana*



a

x 400

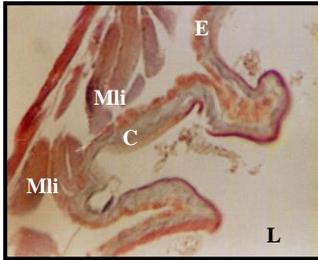


b

x 400

Lumière (L), Epithélium (E), muscles circulaires moyennes (Mcm), muscles longitudinaux externes (Mle), muscles longitudinaux internes (Mli)

Fig. V - coupes transversale au du colon chez les individus de *S. gregaria* témoins (a) et traités (b) au *B. bassiana*



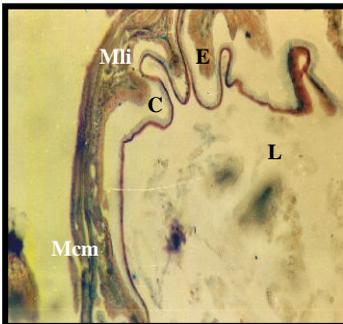
a x 400



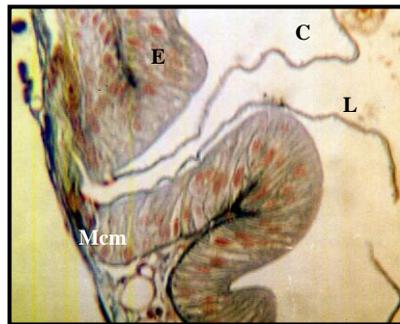
b x 400

Lumière (L), membrane péritrophique (Mp), Epithélium (E), muscles circulaires internes (Mce), muscles longitudinaux externes (Mle), cellules de régénération (Cr)

Fig. VI - coupes transversale au du colon chez les individus de *S. gregaria* témoins (a) et traités (b) au *B. bassiana*



a x 400



b x 400

Lumière (L), cuticule (C), Epithélium (E), muscles longitudinaux internes (Mli), Muscles circulaires moyens (Mcm).

Thème II

Optimisation de l'exploitation des ressources hydriques

Thématiques	Auteurs	Page
Les aquifères du Sahara septentrional algérien, ressources et qualité des eaux potables	Bouchahm N. Achour S.	309
La gestion des potentialités hydriques en régions sahariennes	Saker M. L., Daddi Bouhoun M.	311
Influence des formations triasiques salifères sur la qualité des eaux souterraines de l'aquifère Plio-Quaternaire de la région de Morsott- El Aouinet (NE Algérien).	Fehdi C. Boudoukha A. Salameh E.	319
Bilan hydrologique de la cuvette de Ouargla (Sud-est algérien) : Application à la remontée des eaux et la salinisation des sols	Messaïtfa A., Chaïch Kh.	331
<i>اهوار العراق ... المشكلة والحلول</i>	Albayaty N.	343
Relations entre la qualité des ressources hydriques du Sud algérien et la lutte contre la désertification de cette région	Djellouli H.M., Taleb S.	353
L'utilisation de l'eau par l'agriculture dans la wilaya d'Adrar : Quel devenir ?	Bouchemal S. & Spiga Y.	355
Contraintes d'irrigation par rampe pivotante au Sud algérien	Boukhalfa H-H.	359
Dynamique spatio-temporelle du ravinement dans la région de Médéa	Koudri R.	367
Nouvelle approche théorique au calcul des consuïtes et canaux dans les zones arides et humides	Lakhel M. Achour B.	369
Serre solaire de dessalement de l'eau saumâtre par la technique de l'humidification et la déshumidification d'air pour les régions arides	Mahmoudia H., Hamouba A. & Spahisa N.	385
Impact des paramètres morphologiques d'un méga obstacle sur l'aire d'abri	Remini B.	387
Valorisation en agriculture des usées et des boues issues d'une station d'épuration	Ouanouki B. & Meddour H.	395

**LES AQUIFERES DU SAHARA SEPTENTRIONAL ALGERIEN :
RESSOURCES ET QUALITE DES EAUX POTABLES**

Bouchahm N.¹, Achour S.²

¹ CRSTRA, Biskra, Algérie. Site : www.crstra.dz - Mail : bouchahm_nora@yahoo.fr

² Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface (LARHYSS)
Université de Biskra, Algérie. Site : www.larhyss.org - Mail : info@larhyss.org

RESUME

L'essentiel des ressources en eau pour le sud algérien est constitué d'eau souterraine. Dans ce papier nous allons présenter les différents types d'aquifères exploités dans la région du Sahara septentrional algérien. Nous donnerons un aperçu sur les potentialités en eaux souterraines exploitables, compte tenu de la diversité des formations et des structures géologiques, ainsi que de l'importance de l'alimentation des nappes, nous présenterons une classification de ces aquifères.

La présentation des résultats de notre campagne d'échantillonnage d'eau des différentes nappes souterraines exploitées dans toute la région orientale du Sahara septentrional, va nous permettre de donner une lecture hydrochimique aussi complète que possible des eaux de ces nappes aquifères et de définir les caractéristiques physico-chimiques des eaux utilisées dans la région étudiée, que ce soit pour l'alimentation en eau potable, ou pour l'irrigation des cultures.

Enfin nous exposerons les problèmes rencontrés du point de vue qualité de ces eaux et les différentes propositions pour remédier à ces problèmes par rapport à la santé publique et au facteur de rareté de cet élément.

ABSTRACT

The main part of the water resources for the Algerian south provides for groundwater. In this paper we will present the various types of aquifers exploited in the area of the northern Algerian Sahara. We will give an outline on the exploitable groundwater potentialities, taking into account the diversity of the formations and of the geological structures, as well as importance of the food of the tablecloths, we will present a classification of these aquifers.

The presentation of the results of our water sampling campaign of the various underground tablecloths exploited in all the Eastern area of the northern Sahara, will enable us to read out hydrochimique as complete as possible water of these water tables and to define the physicochemical characteristics of the water used in the studied area, as it is for the drinking water supply, or the irrigation of the cultures.

In end we will expose the encountered problems from the quality point of view of this water and the various proposals to cure these problems with respect to the public health and of the factor of scarcity of this element.

LA GESTION DES POTENTIALITES HYDRIQUES EN REGIONS SAHARIENNES

Saker M. L., Daddi Bouhoun M

Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides. Université de Ouargla, BP : 163 Ouargla 30 000. E-mail : sakermohamedlakhdar@yahoo.fr

RESUME

Les potentialités hydriques constituent un élément essentiel et conditionnent toute possibilité de développement dans les zones sahariennes.

L'exploitation irraisonnée et la mauvaise gestion des ressources en eau mobilisées dans les régions sahariennes ont connu une certaine évolution au cours de la dernière décennie, mais des déboires ont été observés et des résultats décevants ont été enregistrés. Tout cela, en dépit des orientations de la politique nationale inhérente au développement de l'option agriculture saharienne.

Elles soulignent la nécessité de développer l'activité agricole saharienne par la mise en valeur de nouvelles terres dans ces régions. Elles mettent également l'accent sur une exploitation rigoureuse et une gestion rationnelle des ressources hydriques mobilisées.

Cette démarche doit accorder la priorité à la mise en place des meilleures conditions techniques, économiques, sociales et écologiques des programmes utilisés.

La présente communication vise à cerner les principales contraintes posées sur le plan des ressources en eau, à travers leur exploitation et leur gestion, et apprécier leurs conséquences sur le niveau de développement des régions sahariennes, particulièrement agricole.

Tout cela doit s'inscrire dans une perspective d'optimisation, de valorisation et de développement durable des ressources hydriques à travers une application des techniques et des méthodes de gestion appropriées pour un développement meilleur des régions sahariennes.

Mots clés : *Gestion, potentialités hydriques, régions sahariennes.*

INTRODUCTION

La présente communication se propose de donner un aperçu sur les ressources en eau, comme elle essayera également d'analyser la situation de ces dernières sur les plans de l'exploitation et de la gestion, sur la base de quelques données de portée générale. Elle se propose aussi de mettre en évidence les problèmes posés, cerner les principales contraintes et proposer des solutions concrètes, susceptibles d'améliorer la situation des ressources en eau dans les régions sahariennes, dans le cadre d'une perspective de développement durable. La mobilisation des ressources en eau, leur exploitation, leur gestion et leur évolution conditionnent dans une large mesure le développement économique et social des régions sahariennes, notamment sur le plan agricole. Cependant, cette mobilisation des ressources hydriques a connu une évolution appréciable au cours de la dernière décennie, compte tenu des orientations dictées par la politique nationale, relative au développement local et régional saharien.

Elles soulignent aussi la nécessité d'élargir l'activité agricole saharienne par la mise en valeur de nouvelles terres dans les zones sahariennes.

Comme elles mettent l'accent sur une exploitation et une utilisation rationnelle des ressources en eau mobilisées, tout en accordant la priorité à la mise en place des meilleures conditions de viabilité technique, économique, sociale et écologique des programmes utilisés. Cela repose sur l'existence et la disponibilité d'importantes ressources en eau dans ces régions. L'optimisation et la valorisation des ressources hydriques et leur impact sur le développement des contrées sahariennes restent conditionnés par une utilisation rationnelle et planifiée, et une application appropriée des méthodes et des techniques de mobilisation, d'exploitation et de gestion des eaux.

I. SITUATION DES RESSOURCES NATURELLES SAHARIENNES

1. Caractéristiques du milieu oasien

Les régions sahariennes dont la superficie est cinq fois supérieure à celle de l'Algérie du Nord, s'étendent sur près de 2 millions de km². Elles se caractérisent par un climat contrasté, avec une saison chaude et sèche et des écarts importants de températures, ainsi que par la fréquence et l'intensité des vents. La pluviométrie reste très insuffisante, d'où la nécessité de recourir à l'irrigation pour la pratique de toute activité agricole.

2. Population

Sur le plan démographique, l'analyse des trois RGPH de 1977, 1987 et 1998 nous apprend que la population saharienne a plus que doublé en 20 ans, pour atteindre désormais plus de 2,7 millions d'habitants, avec des prévisions de 5 millions d'habitants en 2030 [1]. C'est là, à l'évidence un enjeu majeur pour l'avenir économique, surtout pour la composante agricole saharienne.

3. Aperçu sur les ressources en eau

Les ressources en eau sahariennes disponibles ne dépassent guère les 5,4 milliards de mètres cubes. Cela nécessite la mise en oeuvre d'une politique agricole saharienne claire pour l'eau.

Dans ce contexte, les pertes en eau enregistrées dans les réseaux d'irrigation sont estimées à 40 %, et oscillent en général entre 30 et 60 % (Fig. 1, 2, 3 et 4).

Figure 1. Les ressources en eau en Algérie et au Sahara

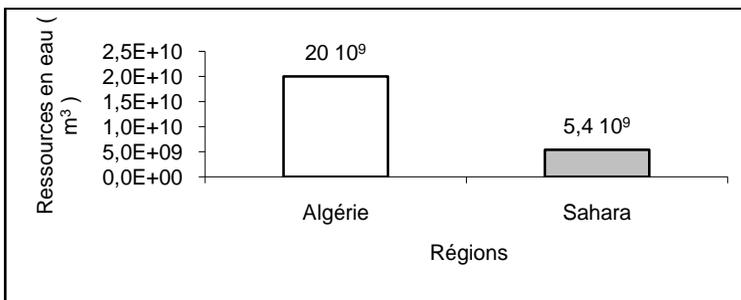


Figure 2. Exploitation des ressources souterraines

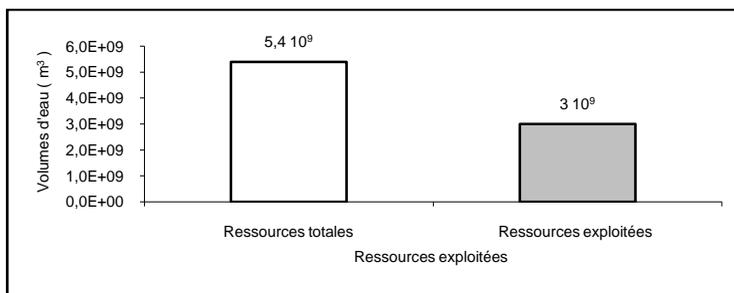


Figure 3. Renouveau des ressources en eau sahariennes

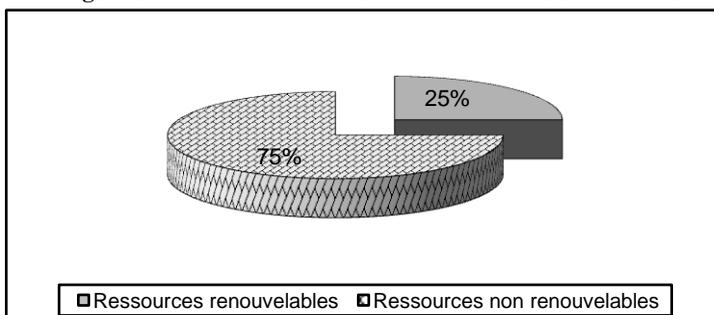
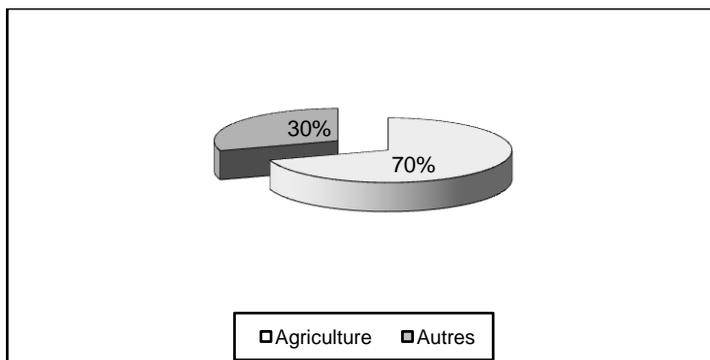


Figure 4. Ressources nationales destinées à l'agriculture



Les eaux superficielles restent faibles et très aléatoires.

Les eaux des nappes peu profondes, alimentées par les eaux de pluie, d'importance moyenne, mal étudiées et mal évaluées, servent à l'alimentation en eau potable et à l'irrigation agricole, de surfaces modestes, dans certaines zones sahariennes.

Les nappes fossiles, non renouvelables, constituées principalement par les eaux du complexe terminal (CT) et du continental intercalaire (CI), constituent indéniablement la ressource la plus importante et la (relativement) mieux étudiée.

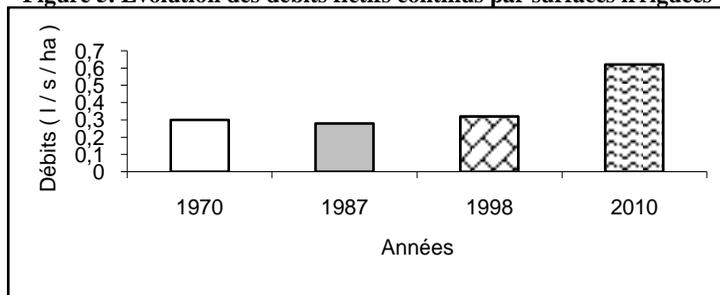
4. Bilan de la demande totale de la ressource en eau

On estime, en année moyenne, la demande en eau dans les régions sahariennes à environ $60 \text{ m}^3/\text{s}$, dont près de 65 % sont garantis par les aquifères profonds du continental intercalaire et du complexe terminal (CI et CT), et le reste par les autres ressources en eau (autres nappes et ressources superficielles). Ces ressources n'ont cependant à l'évidence qu'un potentiel très limité pour le futur, et l'alimentation de ces régions doit être considérée comme un souci majeur.

On peut retenir que les ressources en eau sont très variables d'une région à une autre, concernant les grands aquifères, avec de fortes contraintes de salinité, de température et de profondeur. Par contre, elles sont faibles dans les autres nappes, avec des perspectives d'exploitation supérieure limitées. Elles sont très aléatoires pour les ressources superficielles, qui ne sont guère valorisables que dans une économie extensive. Cependant, pour une gestion raisonnée de ces ressources en eau, il est prévu une mobilisation, à l'horizon 2010, d'environ $156\,000 \text{ l/s}$, soit environ 5 milliards de m^3 d'eau annuellement, au profit des régions sahariennes, qui seraient assurés par les deux nappes [2].

Globalement, on peut dire que dans ces conditions, les débits n'ont pas connu une évolution significative (Fig. 5), surtout entre 1970 et 1987, et sont très loin de répondre à la norme qui recommande un débit de 0,8 à 1 l/s/ha. Ils représentent seulement 30 % des besoins réels des cultures. Aussi, les prévisions de débit de 0,62 l/s/ha pour 2010, restent très loin de répondre aux besoins de l'activité agricole saharienne [3].

Figure 5. Evolution des débits fictifs continus par surfaces irriguées



5. Cadre et limites de développement des ressources en eau

Le plan de développement des ressources en eau des régions sahariennes doit conduire nécessairement à un développement durable [4]. De ce principe, découlent plusieurs conséquences :

- L'utilisation des ressources en eau doit être maîtrisée autant que possible.
- Le développement des productions agricoles (végétales et animales) ne doit pas être réfléchi dans les seuls termes de mobilisation, mais également en termes d'amélioration de la productivité de ce potentiel.
- Le développement n'est pas seulement une affaire de capitaux, mais d'abord d'hommes, de compétences et de savoirs-faire.

II. PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES HYDRIQUES

1. Objectifs généraux

Le développement des ressources hydriques doit être perçu comme un élément essentiel, pouvant contribuer au développement économique et social des régions sahariennes. Il doit être intégré dans un processus de développement global. En effet, les ressources en eau commandent la définition d'objectifs de développement [5], notamment agricole, à travers une exploitation raisonnée de ces ressources, en vue de garantir un développement durable dans les régions sahariennes.

2. Actions à mener pour la maîtrise de l'eau

1. *Sur la ressource globale en eau : réalisation d'un bilan complet des forages, puits, foggaras et un suivi des barrages. Une instance de concertation large sur la gestion de l'eau, avec une prise en charge des opérations de collecte, de traitement, d'évacuation ou de réutilisation des eaux urbaines.*
2. *Pour le CI et le CT : l'exploitation rationnelle des ressources en eau du système aquifère du Sahara doit être fondée sur une connaissance aussi précise et complète que possible.*
3. *Débits exploités : le suivi de l'exploitation des aquifères est primordial ; des objectifs raisonnables doivent viser à avoir pour chaque centre d'exploitation (palmeraie, groupe de périmètres irrigués, etc.), une estimation complète des débits prélevés dans les forages, tous les 4 à 5 ans.*
4. *Qualité des eaux : la connaissance de la qualité de l'eau est utile aux exploitants [6] ; on l'étudiera en s'appuyant sur un réseau stable dans le temps, comportant des ouvrages en bon état et offrant de bonnes conditions de collecte des échantillons.*

3. Politique à long terme

La gestion des ressources en eau des régions sahariennes nécessite un certain pilotage, des perspectives à long terme étayées par des bases de données suffisantes et nourries par des actions de formation et de recherche pluridisciplinaires [7], par le développement de l'aspect économique de la gestion des ressources en eau dans les zones sahariennes et par de rigoureux contrôle et gestion de l'eau.

4. La coordination des acteurs

Cette fonction pourrait être confiée au commissariat au développement de l'agriculture saharienne : il aura pour mission de définir les programmes des agences de réalisation au sens large (ANRH, DHW, CDARS, ITDAS, etc.) et contrôler les résultats.

5. L'organisation et l'aménagement de la ressource en eau

Essayer de susciter l'organisation des usagers en syndicats spécialisés de l'eau. Le CDARS pourra développer une politique d'aide à la modernisation. L'ANRH, L'INRAA et l'ITDAS peuvent également développer un programme de recherche scientifique et technique, pouvant valoriser la ressource hydrique.

6. L'organisation, l'exploitation et la gestion des ressources hydriques

Essayer d'entraîner les structures techniques concernées, telles que : ANRH, DSA, DHW à élaborer un plan de mobilisation et d'exploitation des ressources en eau, dans le cadre d'une gestion raisonnée et contrôlée, permettant de redessiner les zones qui présentent les potentiels hydriques les plus forts, en les dotant de réseaux de communication et d'électrification.

7. Développement durable de la ressource hydrique

L'optimisation et la valorisation de la ressource hydrique à travers une exploitation judicieuse et une utilisation raisonnée et rationnelle, en vue d'arriver à un développement durable, exigent impérativement d'associer tous les acteurs concernés, y compris (et surtout) les populations locales. Il faut qu'elles puissent tirer profit de cette ressource vitale, dans le cadre d'un programme de développement intégré, en vue de diversifier et d'améliorer les revenus.

Devant la globalisation économique au niveau international, il est indispensable d'exploiter et de gérer correctement cette précieuse ressource en eau, dans le cadre d'un développement, prenant en compte les spécificités locales et régionales sahariennes. C'est par cette approche, qu'il sera possible d'optimiser et de valoriser les ressources hydriques sahariennes, pouvant avoir une importance sur la dynamique de développement locale et régionale des régions sahariennes, tout en assurant un développement durable, devant répondre aux conditions suivantes :

1. *Socialement acceptable.*
2. *Techniquement maîtrisable.*
3. *Economiquement rentable.*
4. *Ecologiquement viable.*

CONCLUSION

L'objectif recherché aujourd'hui est d'assurer l'optimisation des ressources hydriques sahariennes et leur valorisation dans une optique de développement durable, à travers une exploitation judicieuse et une utilisation rationnelle. Cette façon de procéder garantirait aux régions sahariennes un développement local intégré certain, et contribuerait à la préservation du milieu oasien.

Dans ce contexte, l'essentiel ne réside pas uniquement dans l'aménagement, mais plutôt dans l'immatériel, à savoir : l'acquisition de références sérieuses, la structuration et le renforcement des filières, la promotion de l'organisation professionnelle (agricole) et interprofessionnelle (agroindustrie, commerce, ...), constituant autant d'actions prioritaires que les pouvoirs publics peuvent prendre en charge. Il est bien évident que toutes ces actions seraient vaines et ne sauraient atteindre leur but, que dans la mesure où elles s'inscrivent dans le cadre d'un plan de gestion et de développement global des ressources en eau, soutenu par les pouvoirs publics, appliqué et suivi par les services techniques spécialisés compétents.

Références

- [1] - **CDARS**, 2000 : - Synthèse sur le développement des régions sahariennes, Ouargla, 17 p.
- [2] - **BNEDER**, 1999 : - Plan de développement des régions sahariennes. Alger, 47 p.
- [3] - **CDARS**, 1999 : - Valorisation des ressources hydriques et développement agricole saharien. Ouargla, 30p.
- [4] - **SAKER M. L.**, 2000 : - Les contraintes du patrimoine phœnicicole de la région de l'Oued Righ et leurs conséquences sur la dégradation des palmeraies. Problèmes posés et perspectives de développement. Thèse de Doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 335 p.
- [5] - **CDARS**, 1997 : - Situation de la mise en valeur dans les zones sahariennes. Ouargla, 13 p.
- [6] - **DADDI BOUHOUN M.**, 1997 : - Contribution à l'étude de l'évolution de la salinité des sols et des eaux d'une région saharienne : Cas du M'Zab. Thèse de Magister, INA, Alger, 180 p.
- [7] - **SAKER M. L.**, 1993 : - Contribution à l'étude des problèmes de la formation agricole saharienne, DEA, université des sciences humaines, Strasbourg, 20 p.

**INFLUENCE DES FORMATIONS TRIASIQUES SALIFERES SUR LA
QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES DE L'AQUIFERE PLIO-
QUATERNAIRE DE LA REGION DE MORSOTT- EL AOUNET
(N-E ALGERIEN)**

**INFLUENCE OF SALIFEROUS TRIASSIC FORMATIONS ON THE GROUNDWATER QUALITY
OF THE PLIO-QUATERNAY AQUIFER OF MORSOTT-EL AOUNET AREA,
(NORTH EAST OF ALGERIA)**

Fehdi C.¹ Boudoukha A.² Salameh E.³

¹Centre Universitaire de Tébessa, Institut des Sciences de la Terre, Tébessa. Email: fehdi@yahoo.fr

² Université de Batna, Département d'Hydraulique, Batna 05 000, Algérie. boudoukha_abderrahmane@yahoo.fr

³University of Jordan, Department of Geology, Amman 11942, Jordanie. salameh@ju.edu.jo

RESUME

La région d'étude fait partie des zones semi-arides de l'Algérie avec des précipitations inférieures à 400 mm par an. Elle est située à une cinquantaine de kilomètres au nord de la ville de Tébessa. Elle s'étend sur 180 Km², depuis Morsott, au sud jusqu'à El Aouinet au nord.

Cette région comprend une série stratigraphique qui s'échelonne du Trias au Quaternaire, abritant ainsi plusieurs aquifères, dont le plus important est le Plio-Quaternaire. Il est constitué par des dépôts très variés correspondant aux alluvions, limons, graviers, croûte de calcaire et calcaires lacustres, renfermant une nappe généralement libre. Les eaux souterraines de ce complexe aquifère sont de plus en plus sollicitées par les habitants du monde rural. On note une dégradation de la qualité des eaux dans les périmètres irrigués avec la présence de zones de forte salinité (la conductivité électrique dépasse les 23 $\mu\text{s.cm}^{-1}$). Ce qui pose des problèmes d'utilisation de l'eau potable et de l'irrigation.

La présente étude, qui constitue la première investigation hydrogéologique de cet aquifère, a pour objectif d'évaluer les potentialités hydriques et de contribuer à comprendre le processus de minéralisation des eaux souterraines dans cette région, en utilisant les outils chimiques à savoir, les éléments majeurs et quelques éléments traces.

La tendance des formes chimiques dans le système d'équilibre thermodynamique, entre la phase dissoute et la phase minérale, a été examinée. L'utilisation des logiciels WATEQ (Plummer, et al., 1984) et PHREEQE (Kölling, 1990), nous ont permis de calculer les indices de saturation de la calcite, de l'aragonite, de la dolomite, du gypse, de l'anhydrite, de l'halite, de la magnésite et de la brucite. L'examen des valeurs de l'indice de saturation des minéraux dans l'eau indique que seuls les minéraux carbonatés tendent à précipiter surtout sous la forme de dolomite. Par contre les minéraux évaporitiques sont toujours à l'état de sous-saturation ; cela est expliqué par l'effet des valeurs élevées de la constante d'équilibre des minéraux évaporitiques, ce qui permet aux éléments évaporitiques de se présenter dans l'eau à des concentrations élevées. Sur le plan isotopique, l'objectif de l'étude est la détermination des aires et des conditions de recharge des nappes souterraines de la région d'étude, ainsi que leurs relations.

Mots clés : *Aquifère, salinité, Trias, Water, Phreeq, Isotopes, Morsott, El Aouinet.*

Introduction

La zone étudiée fait partie des zones semi-arides de l'Algérie avec une précipitation moyenne annuelle inférieure à 400 mm par an. Elle est située à une cinquantaine de kilomètres au nord de la ville de Tébessa et s'étend sur une superficie de 180 km², depuis Morsott au Sud, jusqu'à El Aouinet au Nord.

Cette zone comprend une série stratigraphique qui s'échelonne du Trias au Quaternaire, abritant ainsi plusieurs aquifères dont le plus important est celui du Plio - Quaternaire. Cet aquifère est constitué par des dépôts très variés correspondant à des alluvions, des limons, des graviers, de la croûte calcaire et aux calcaires lacustres, renfermant une nappe généralement libre.

La présente étude, qui constitue la première investigation hydrogéologique de cet aquifère, a pour objectif l'évaluation des potentialités hydriques, la définition de la qualité des eaux souterraines et l'identification du processus de minéralisation.

Sur le plan isotopique, l'objectif de l'étude est la détermination des aires et des conditions de recharge des nappes souterraines de la région d'étude ainsi que leurs relations.

1- Situation géographique

La zone étudiée est située à l'extrême Nord-Est de l'Atlas saharien, entre les coordonnées suivantes : une longitude et une latitude respectivement entre 7° 45' - 8° 00 E et entre 35 ° et 45 ° N.

Cette zone est limitée à l'Ouest par Djebel Mesloul. Djebel Guelb El Gounatas, Boukhadra et Belkif, constituent le reste des limites.

Le réseau hydrographique bien développé, est représenté par des petits cours d'eau temporaires, aux larges vallées bien élaborées, se déversant dans de grands Oueds dont les plus importants sont Oued Mellègue et Oued Chabro.

Le climat est caractérisé par l'alternance d'une saison chaude et sèche et une saison froide et humide. La pluviosité moyenne annuelle est faible (environ 400 mm) ; la température moyenne annuelle est de + 15° C, avec un minimum de - 5° C, en hiver et un maximum allant jusqu'à + 45° C, en été.

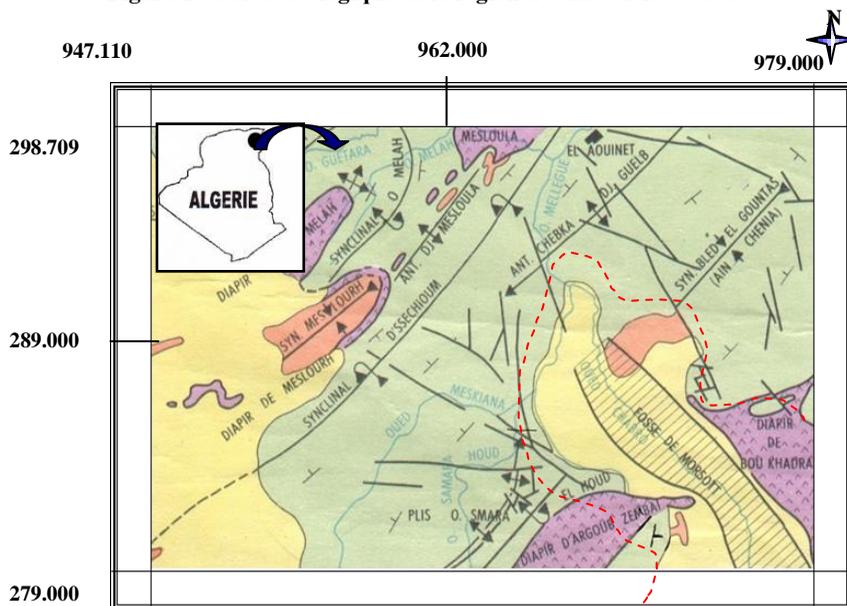
2-Aperçu Géologique et Hydrogéologique

2.1 – Géologie locale et Tectonique

L'analyse micro-paléontologique et biostratigraphique réalisée par J.L. Blés et J.J Fleury (1970), Villa (1977 et 1980), a montré que du point de vue stratigraphique, la région d'étude couvre le fossé tectonique Plio-Quaternaire de Morsott qu'emprunte sur tout son cours, le lit de l'Oued Chabro. Ce fossé sépare à l'Ouest le diapir de Argoub Zembai du diapir de Boukhadra à l'Est.

La région d'étude est constituée, en majeure, partie par des terrains crétacés (figure 1), formant une série d'anticlinaux et de synclinaux souvent déversés ; la série stratigraphique se présente sous forme d'alternance de formations carbonatées de calcaires, des marno-calcaires et des marnes argileuses.

Figure 1 : Carte Géologique de la région d'étude au 1/300 000



Légende

	Quaternaire		Plongement d'axe de pli
	Miocène		Fossé tectonique Plio-Quaternaire
	Crétacé		Axe synclinal
	Trias		Faillie
	Diapir		Axe anticlinal
	Limite de la zone d'étude		Axe synclinal Déversé

Les terrains Plio-Quaternaires et Quaternaires occupent la partie centrale séparant ainsi les terrains triasiques de Boukhadra et d'Argoub Zembai. Ils sont constitués par des alluvions actuelles et récentes, des poudingues, des grés et de graviers. Notons la présence de terrains miocènes discordants au niveau de Koudiat Marouane, constitués de conglomérats, de grés et de marnes argileuses.

Dans un ordre tectonique, la zone d'étude couvre le fossé tectonique de Morsott, les synclinaux d'Arbouche, Bled El Gountas et l'anticlinal de Boukhadra ; ces structures synclinales et anticlinales sont d'orientation Sud-Ouest Nord-Est.

C'est une région fortement tectonisée avec des failles cassantes d'orientation Nord-Nord-Ouest et Sud-Sud-Est, de même direction que les grandes failles qui forment le bassin d'effondrement. Ces failles

représentent des rejets verticaux et horizontaux assez importants.

Le Trias affleure sous forme de diapirs à la faveur des contacts anormaux, en repoussant les terrains aptiens qui constituent la roche encaissante, provoquant ainsi leur redressement à la verticale.

2.2- Hydrogéologie locale

L'analyse sommaire de la colonne stratigraphique de la région d'étude laisse supposer la présence de trois (03) formations aquifères parmi lesquelles on peut citer celui qui se trouve dans les formations du Plio-Quaternaire. Cet aquifère de grande extension occupe la quasi-totalité du bassin d'effondrement, limité à l'Est et à l'Ouest par deux grandes failles d'orientation Nord-Ouest, Sud-Est. Il est constitué par des dépôts très variés, correspondant à des alluvions, des limons, de la croûte calcaire, aux calcaires lacustres, aux poudingues, aux grés et à des graviers. Cet aquifère joue un rôle très important dans l'alimentation en eau potable des habitants de la région.

3- Matériel et Méthode

Pour caractériser l'hydrogéochimie du système aquifère Morsott - Laouinet, le long des lignes d'écoulement depuis les zones de recharges jusqu'aux zones d'émergence, une trentaine de puits ont été échantillonnés. Il s'agit de puits de particuliers, de puits municipaux et de puits d'observation ; ces puits ont permis également la mesure des niveaux piézométriques ; l'échantillonnage a été effectué au mois de mars 2004, puis septembre 2004 et enfin entre le mois de mars et le mois d'avril 2005.

Les résultats préliminaires des paramètres dosés sont présentés dans le (tableau I annexé fin comm.). Toutes ces analyses ont été effectuées dans les laboratoires de l'Université de Tébessa.

Certaines mesures ont été effectuées sur place afin de pouvoir déterminer quantitativement des paramètres qui évoluent après l'échantillonnage, soit : la température, le pH, la conductivité électrique etc., mesurés au moyen de sondes multiparamétriques.

Les isotopes stables ont été analysés aux laboratoires du Ministère de l'eau et de l'irrigation en Jordanie (Ministry of water and irrigation, Laboratories and water quality Department).

Le rapport $\delta^2\text{H}$ a été analysé en utilisant un spectromètre de masse à rapport isotopique.

L'oxygène de 1 ml d'échantillon d'eau a été équilibré avec du CO_2 commerciale à une température contrôlée. Par la suite, le $\delta^{18}\text{O}$ a été analysé sur le CO_2 équilibré au moyen de spectromètre de masse à rapport isotopique.

Les résultats des analyses isotopiques sont reportés avec la notion standard (δ) en déviation pour mille (‰) par rapport à l'étalon international V-SMOW. La précision analytique est de ± 0.15 ‰ pour le $\delta^{18}\text{O}$ et de ± 0.15 ‰ pour le $\delta^2\text{H}$.

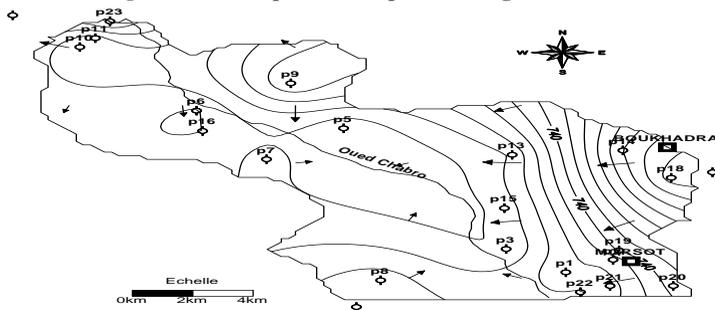
4- Résultats et Discussions

4.1 - Piézométrie.

Selon la disponibilité et la répartition des points d'eau dans la région, une campagne piézométrique a été réalisée, durant la période avril-mai 2005.

Lors de cette campagne, les données des relevés piézométriques ont permis de tracer la carte piézométrique de cet aquifère en cette période. Cette carte montre des courbes isopièzes, dont l'altitude varie entre 800 m en amont, où le gradient hydraulique est de l'ordre de 2 %, et 690 m en aval, avec un gradient hydraulique ne dépassant pas 1.02 % (Figure 2).

Figure 2 : Carte piézométrique de la région d'étude



L'alimentation de la nappe est régie principalement par les précipitations, par l'infiltration des eaux d'irrigation et par alimentation latérale, à partir des affleurements des terrains crétacés en bordures Est et Sud-Est.

Le sens d'écoulement général est de deux sens opposés, convergeant au centre vers l'oued Chabro ; ce qui indique une alimentation de ce dernier par la nappe Plio-Quaternaire, à l'exception de la limite Nord-Ouest, où on assiste à une alimentation des eaux souterraines par les eaux de surface.

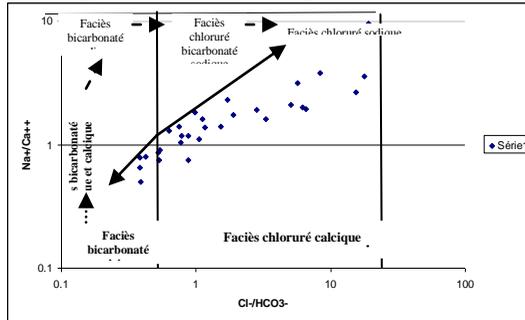
4.2- Hydrogéochimie.

L'étude du chimisme des eaux a pour but d'identifier les faciès chimiques de l'eau, leur qualité de potabilité, ainsi que leur aptitude à l'irrigation. Elle permet de suivre aussi l'évolution spatiale des paramètres physico-chimiques et d'estimer leur origine en les corrélant avec la géologie et la piézométrie (Backalowicz, 1974).

La quasi-totalité des points d'eau de l'aquifère est destinée à l'alimentation en eau potable et pour l'irrigation des terres agricoles. Pour être utilisée, l'eau doit répondre à certaines normes, qui varient en fonction du type d'utilisation. Dans ce but, un échantillonnage, portant sur une trentaine de points d'eau captant l'aquifère Plio-Quaternaire et régulièrement repartis sur l'ensemble de la région étudiée, a été réalisé durant la campagne mars-avril 2005.

L'analyse des paramètres chimiques montre que les eaux de la nappe du Plio-Quaternaire sont caractérisées par l'abondance des ions (Na^+ , Cl^- , Ca^{2+} , HCO_3^-); on a réalisé une représentation des faciès chimiques dans un diagramme $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}-\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ (Figure 3).

Figure 3 : Utilisation du rapport $(\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}) - (\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-)$ pour déterminer la répartition des faciès chimiques



Ce diagramme montre l'existence de deux pôles extrêmes, représentés par le faciès bicarbonaté calcique et chloruré sodique, avec un passage progressif du faciès bicarbonaté sodique et calcique et du faciès chloruré bicarbonaté sodique. Il faut noter au passage que le faciès lié aux formations salées l'emporte sur le faciès des formations carbonatées. La répartition spatiale de ces faciès chimiques dépend de la nature lithologique de l'aquifère et des conditions de recharge.

4.2.1- Origine de la Salinité

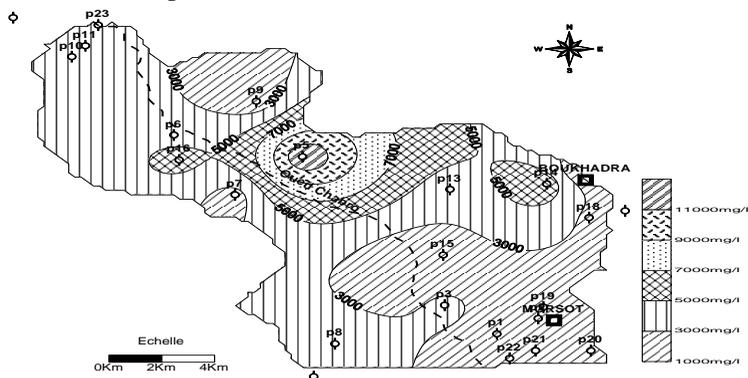
La conductivité électrique montre des valeurs, généralement élevées, qui oscillent entre 1 154 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et 23 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$, avec une moyenne de 5214.8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tableau I).

Les zones de forte minéralisation sont localisées presque dans toutes les parties de la région d'étude surtout au niveau des bordures Est et Nord-Est, tandis que les faibles valeurs de minéralisation sont localisées dans la partie amont (au sud de la région d'étude, du côté de Morsott), où l'influence des terrains triasiques est faible.

La corrélation entre la conductivité électrique et les éléments chimiques majeurs, montre que la minéralisation est essentiellement liée aux chlorures, au sodium, aux sulfates, au calcium et au magnésium, alors que les bicarbonates n'ont pas de rôle déterminant dans la minéralisation des eaux.

La salinité des eaux souterraines de l'aquifère Plio-Quaternaire de la région d'étude a atteint des valeurs très élevées (Figure 4), rendant ces eaux impropres à la consommation domestique et à l'irrigation.

Figure 4. Carte de la salinité des eaux souterraines.



4.2.1.1 Relation géologie - faciès chimiques.

Durant les campagnes d'échantillonnage, les eaux de l'aquifère Plio-Quaternaire montrent un faciès chimique chloruré-sodique dominant et une salinité très élevée (entre 1 200 et 13 300 mg/l).

Dans les parties Est (Djebel Boukhadra), centre et nord (Djebel Mesloul et Djebel Belkif), l'influence des terrains triasiques salifères, riches en Halites, est fortement sentie. On remarque une augmentation de la minéralisation globale des eaux de cet aquifère, atteignant une valeur de TDS > 13 000 mg/L, au niveau du puits P5, avec toujours une domination du faciès chloruré-sodique.

En s'éloignant vers l'amont (région de Morsott), l'influence du Trias s'amortit et la minéralisation globale diminue : elle varie entre 1 100 mg/L et 2 100 mg/L. Le faciès chimique devient plutôt bicarbonaté-calcique ou sulfaté-calcique, traduisant l'influence des formations carbonatées des bordures et celles des terrains marneux du Cénomaniens et du Turonien (riche en gypse) lessivés par les pluies alimentant le Plio-Quaternaire. La répartition des valeurs de la conductivité électrique se corrèle bien avec celles de TDS.

4.2.1.2 L'utilisation du rapport Sr/Ca.

Sur le plan méthodologique, le strontium a été souvent utilisé en hydrogéologie par des nombreux auteurs (Carré, 1975 ; Sass and Starinsky, 1978 ; Meybeck, 1984).

La chimie du strontium est similaire à celle du calcium. Le strontium est un élément assez commun remplaçant le calcium ou le potassium dans les minéraux des roches ignées. Le carbonate (strontanite) et le sulfate (celestine) sont communs dans les sédiments (Hem, 1985). Dans un aquifère superficiel, les concentrations du strontium sont principalement gouvernées par la réaction des minéraux carbonatés et sulfatés.

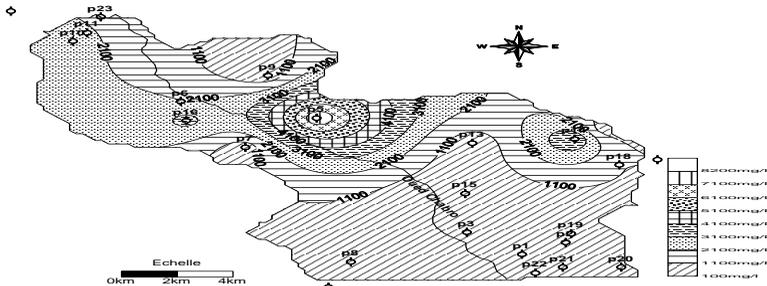
La concentration du strontium dans l'eau de l'aquifère Plio-Quaternaire

varie entre 0.539 et 9.27 mg/L, avec une moyenne de 2.70 mg/L (Tableau I).

Basés sur la relation entre Sr/Ca et le phénomène dissolution précipitation des carbonates, présentée par Sass et Starinsky (1978), les échantillons d'eau analysés appartenant à la région d'étude reflètent une source de strontium ayant rapport à la dolomitisation de l'aragonite et/ou une solution/précipitation de la calcite (figure 5).

Le rapport ionique en concentration molaire Sr/Ca est également caractéristique d'une origine évaporitique, lorsqu'il est supérieur ou égal à 1‰.

Figure 5. Carte des chlorures des eaux souterraines



L'utilisation du rapport Sr/Ca a permis de distinguer que tous les échantillons d'eau souterraine analysés, ont un rapport Sr/Ca > 1 ‰, ce qui indique une origine évaporitique de ces eaux qui sont en contact avec les formations triasiques de la région d'étude.

4.2.2 Etude de l'évolution des minéraux et des éléments dissous (Calculs Thermodynamiques)

La tendance des formes chimiques dans le système d'équilibre thermodynamique entre la phase dissoute et la phase minérale, a été examinée.

Les différents paramètres calculés basés sur les analyses chimiques des échantillons d'eau sont :

Le pH d'équilibre, P_{CO_2} , la force ionique et les indices de saturation de la calcite, de la dolomite, du gypse, de l'anhydrite, de la magnésite, de la celestine, de la barite, de la sederite et de l'halite.

L'indice de saturation exprime le degré d'équilibre chimique entre l'eau et le minéral dans la matrice de l'aquifère et peut être considéré comme une mesure du processus de dissolution et/ou de précipitation concernant l'interaction eau-roche (Drever, 1997).

Le degré de saturation peut être évalué à partir de l'équation suivante : **IS = log (KIAP/Ksp).** (1)

Où : KIAP = le produit d'activité ionique des ions.

Ksp = le produit de la solubilité du minéral

IS = l'indice de saturation.

- Si le IS < 0. L'eau est sous-saturée en ce qui concerne un certain minéral, c'est-à-dire l'eau est encore capable de dissoudre ce minéral spécifique.

- Si le IS > 0. L'eau est sursaturée en ce qui concerne ce minéral. Et le minéral va précipiter à l'intérieur de l'aquifère.
- Si le IS = 0. L'eau est en état d'équilibre.

L'utilisation du logiciel WATEQ (Plummer et *al.*, 1984), nous a permis de calculer les indices de saturation de la calcite, de l'aragonite, de la dolomite, du gypse, de l'anhydrite, de l'halite, de la célestine, de la magnésite et de la brucite.

Les résultats significatifs de tous les échantillons d'eau souterraine analysés (tableau II), montrent que ces derniers sont saturés par rapport à la calcite, à la dolomite, à l'aragonite et à la magnésite ; mais ils sont plutôt sous-saturés en ce qui concerne l'halite, le gypse, l'anhydrite, la célestite et la brucite.

La figure 6, représente le produit d'activité ionique de la solubilité d'équilibre de la calcite et celle du gypse, où on remarque que la plupart des échantillons analysés sont sursaturés par rapport à la calcite.

Le calcul de l'indice de saturation des minéraux dans l'eau indique que seul les minéraux carbonatés tendent à précipiter, surtout sous la forme de dolomite. Par contre les minéraux évaporitiques sont toujours à l'état de sous saturation ; cela est expliqué par l'effet des valeurs élevées de la constante d'équilibre des minéraux évaporitiques (Na Cl (1.58) ; CaSO₄ (-4.58) ; ce qui permet aux éléments évaporitiques de se présenter dans l'eau à des concentrations élevées. Par contre pour les minéraux carbonatés, la constante d'équilibre est plus faible (Dolomite (-17.02), Calcite (-8.37) ; ce qui produit une précipitation rapide des éléments chimiques.

5- Conclusion

La qualité des eaux souterraines peut être qualifiée de mauvaise sur l'ensemble de la région d'étude, car à l'exception de quelques échantillons, elle ne répond pas toujours aux critères de qualité établis pour assurer la protection de la santé des citoyens.

Les concentrations élevées de certains éléments, dont les chlorures, le sodium, les sulfates, etc., constituent une nuisance visuelle et peuvent rendre nécessaire le traitement de l'eau.

Un problème de salinité des eaux souterraines a été reconnu dans presque toute la région d'étude, dû essentiellement à l'influence des terrains triasiques salifères riches en halites (Trias de Boukhadra, Trias de Masloul, etc.).

Les représentations cartographiques des différents paramètres géochimiques montrent que les qualités naturelles des eaux souterraines varient en fonction des contextes géologiques et hydrogéologiques et nous ont aussi permis de localiser les anomalies de salinité.

Références bibliographiques

1. **Blés J.L., Fleury J. J.**, 1970 : Carte géologique de l'Algérie au 1/50000 : feuille n°178, Morsott, avec notice explicative détaillée. Service de cartes Géologique et Sonatrach, Division d'hydrocarbure. Direction des explorations, Alger, Algérie.
2. **Vila J.M.**, 1980 : La chaîne alpine de l'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens. Thèse de Doctorat - es sciences, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI.
3. **Bahir M., Menani M., Oliveira da Silva M., Blavoux B.**, 2003 : Impact de la sécheresse sur la ressource en eau en zone semi aride : cas de l'aquifère Barrémien-Aptien de la zone côtière d'Essaouira (Maroc). *Ecnologia de la intrusion de agua de mar en acuiferos costeros : paisas mediterraneos*. IGME. ISBN. 84-7840-740.
4. **Al Kuisi M.**, 1998 : Effects of irrigation water with special regards to biocides on soils and groundwater in the Jordan Valley area, Jordan. *Münster. Forsch. Geol. Paläont.* 84: 1-173.
5. **Sass E. et Starinsky L.**, 1978 : Behaviour of strontium in subsurface calcium chloride brines, Southern Israel and Dead Sea rift valley. *Geochimica et Cosmochimica Acta.* 43: 885-895.
6. **Drever J. F.**, 1997 : The geochemistry of natural waters. 3rd ed. New York – Prentice-Hall INC.
7. **Plummer L.N., Jones B. F., & Truesdall A. H.**, 1976 : Revised 1978, 1984: WATEQ-A fortran IV version of WATEQ, A computer program for calculating chemical equilibrium of natural waters .Washington DC, US Geol-Surv.-Water Res.76:13-61 .
8. **Bouchaou L., Michelot J. C., Chauve P., Mania J. et Mudry J.**, 1995 : Apports des isotopes stables à l'étude des modalités d'alimentation des aquifères du Tadla (Maroc) sous climat semi-aride, CR. Acad. Sci. Paris, t. 320, série II a 95.100
9. **Salameh E.**, 2001 : Sources of water salinities in the Jordan Valley Area, Jordan. *Acta hydrochim. hydrobiol.* 6-7: 329-362.

Annexes : Les Tableaux

Tableau I. Résultats des analyses inorganiques

Paramètres	Minimum	Maximum	Moyenne	E.T*
CE (µs/cm)	1154	23800	5214.8	4978.1319
TDS (mg/L)	874.35	13217.2	3266.06	2672.9484
pH	6.75	7.8	7.32	0.3527
Ca ²⁺ (mg/L)	107.2	418.2	221.76	51.4522
Mg ²⁺ (mg/L)	42.5	294.55	144.9	46.8245
Na ⁺ (mg/L)	58.7	3988	592.16	802.38104
K ⁺ (mg/L)	5.74	140.62	35.30	33.2801
Cl ⁻ (mg/L)	113.6	8144.8	1337.5	1884.8943
SO ₄ ²⁻ (mg/L)	48.66	575	291.42	223.7913
HCO ₃ ⁻ (mg/L)	227.04	457.03	345.54	75.5867
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0.013	0.42	0.149	0.10705
NO ₃ ⁻ (mg/L)	1.2	12.2	4.86	4.3588
Sr ²⁺ (mg/L)	0.539	9.27	2.70	2.0847

* E-T = Écart Type.

Tableau II. Valeurs Moyennes des Paramètres Calculés.

Paramètres	Minimum	Maximum	Moyenne	E.T*
Log PCO ₂	-2.362	-1.276	-1.811	0.284
CO ₂ Total	0.00396	0.00937	0.00648	0.00143
Force Ionique	0.0183	0.257	0.0625	0.0499
Alcalinité Totale	3.74	7.50	5.81	1.132
IS Anhydrite	-1.889	-0.955	-1.35	0.2423
IS Aragonite	-0.317	0.666	0.214	0.2465
IS Brucite	-5.941	-3.953	-4.83	0.528
IS Calcite	-0.171	0.812	0.359	0.2466
IS Celestine	-2.138	-0.959	-1.516	0.385
IS Dolomite	-0.314	1.858	0.851	0.52
IS Gypse	-1.681	-0.716	-1.116	0.246
IS Halite	-6.545	-3.26	-5.381	0.865
IS Magnésite	-0.505	0.684	0.127	0.279
pH - équilibre	6.75	7.8	7.26	0.353

* E-T = Écart Type.

**BILAN HYDROLOGIQUE
DE LA CUVETTE DE OUARGLA (SUD-EST ALGERIEN).
APPLICATION A LA REMONTEE DES EAUX
ET A LA SALINISATION DES SOLS**

Messaïtfa A., Chaïch Kh.

Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur, Université de Ouargla

RESUME

La cuvette de Ouargla se caractérise par un régime hydrologique où l'évaporation (84 millions de m³/an) dépasse les 95 % des apports à la cuvette (88 millions de m³/an).

La remontée des eaux, liée principalement à l'endoréisme de la cuvette, a été accentuée ces dernières années suite à l'accroissement des besoins en eaux des différents secteurs.

En hiver, l'infiltration (33 millions de m³/an) et la concentration des eaux dans les basses vallées, forment des mares de 0,8 m de hauteur. La vidange de ces dernières, par évapo (transpi) ration, en été, conduit à un rabattement (- 0,5 m) de la nappe phréatique et une salinisation importante des sols.

Mots clés : *Evapo (transpi) ration ; Nappe phréatique ; Hydrologique ; Salinisation ; Ouargla.*

1. Introduction

A Ouargla (Sud-est algérien), la pluviométrie est rare (39 mm/an) ; le déficit en eau est comblé par l'exploitation des ressources souterraines fossiles. Contrairement aux apparences, le Sahara algérien n'en est pas démuné, puisque c'est dans le Bas Sahara que se situent les ressources les plus importantes du monde [40] : le Complexe Terminal (CT) et le Continental Intercalaire (CI). Les potentialités de ces réservoirs fossiles [5], très partiellement renouvelées [21] et difficilement exploitables [9, 21], sont évaluées à 60 000 milliards de m³ [21].

Compte tenu de l'accroissement des besoins en eau et de l'état actuel de sa gestion, la durabilité de cette ressource risque, dans le futur, de représenter un problème.

- La superficie agricole de la cuvette a augmenté ces dernières années, passant de 20 700 en 1995 à 29 840 ha irrigués en 2004.

- La population ayant doublé entre 1977 (47 800 habitants) et 1987 (75 273 habitants), doublera de nouveau entre 1987 et 2004 (142 288 habitants), entraînant une surexploitation des ressources souterraines.

Par ailleurs, la cuvette de Ouargla (99 000 hectares), dépourvue d'exutoire naturel (pente < 0,1 %) où seule l'évapo (transpi) ration constitue la sortie des eaux, lui confère une très grande sensibilité à la remontée des eaux. En hiver, les points bas de la cuvette (Sebkhas et Chotts), sont engorgés par les eaux de drainage et les eaux usées, formant des mares, qui, outre les conséquences écologiques (prolifération des insectes, dépérissement des palmeraies, salinisation des sols), constituent une perte des ressources souterraines et de la superficie agricole utile. La vidange de ces mares en été, par évapo (transpi) ration a pour conséquences : un rabattement de la nappe phréatique et une forte salinisation des sols. La remontée des eaux, liée principalement à l'endoréisme de la cuvette, a été accentuée ces dernières années, suite à l'accroissement des besoins en eau des différents secteurs de développement de la région (77 millions de m³ en 1992 à 88 millions de m³ en 2002). Cet article a pour objectif d'estimer les flux des évapo (transpi) ration et les apports à la cuvette, ainsi que le suivi de la fluctuation de la nappe phréatique.

2. Matériels et méthodes

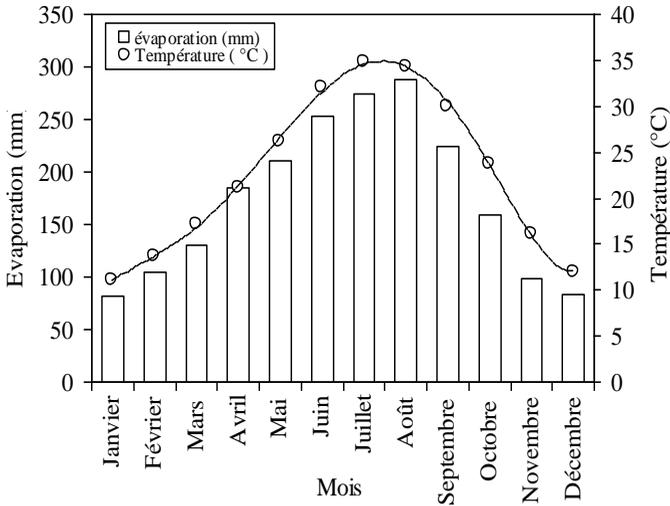
2.1. Zone (site) d'étude

La cuvette de Ouargla (31° 54' N, 5° 20' E ; 134 m d'altitude), située au nord-est du Sahara, à 800 km au sud-est d'Alger, est une cuvette fermée (pente < 0,1%), d'une superficie de 1 000 km². Elle correspond à la basse vallée fossile (quaternaire) de l'Oued Mya, et se distingue par la présence des Sebkhass et des Chotts, qui constituent le niveau le plus bas, et aussi par la présence d'une nappe phréatique permanente, inexploitable à cause de sa forte salinité (> 20 g/l), très peu profonde (0 à 10 m) et qui affleure en surface durant l'hiver. Le climat y est hyper aride, très chaud en été et froid en hiver, avec une pluviométrie moyenne interannuelle (1982-2002) de 39 mm (Tabl. 1). L'humidité relative moyenne mensuelle allant de 30 % en juillet à 60 % en décembre. La température moyenne annuelle est de 23° C, avec un maximum de 45° C en août. Les vents dominants sont ceux de NNE et SSE, avec une vitesse pouvant atteindre 20 m/s. L'évaporation potentielle est de 2 092 mm/an, variant de 82 mm à 288 mm (Fig. 1) ; ce qui correspond à des évaporations allant de 2,6 mm (en janvier) à 9,2 mm/jour en août. L'ensoleillement y est très important ; il est de l'ordre de 3 192 heures/an.

Tableau 1. Caractéristiques hydrologiques de Ouargla
(Moyenne annuelle 1982-2002) [26]

Mois	T (°C)	Précipitation (mm)	Humidité relative (%)	Insolation (h)	Vitesse du Vent (m/s)	Evaporation (mm)
Janvier	11,1	3,40	62,60	230,70	3,05	81,88
Février	13,7	1,75	52,10	217,22	3,42	105,24
Mars	17,2	7,85	46,97	246,32	3,95	130,13
Avril	21,1	1,52	38,32	257,02	4,78	184,30
Mai	26,2	0,55	34,03	282,98	4,90	211,06
Juin	32,0	0,70	29,61	303,00	5,10	252,69
Juillet	34,9	0,25	25,32	342,96	4,40	274,30
Août	34,3	0,12	26,91	320,16	4,03	287,76
Septembre	30,0	5,15	35,17	259,45	4,01	223,85
Octobre	23,7	4,80	50,12	250,54	3,64	159,40
Novembre	16,1	9,96	59,05	224,13	2,95	97,75
Décembre	12,0	2,80	64,25	257,20	3,00	83,45
Moyenne	22,7		43,70		3,93	
Total annuel		38,85		3 191,68		2 091,81

Fig. 1. Evolution des évaporations moyennes mensuelles à Ouargla
(Période 1982-2002)



2.2. Unités hydrogéologiques

Il existe deux types d'aquifères sahariens exploitables : le Continental Intercalaire (CI), profond (> 1000 m) et chaud (> 50°C) et le Complexe Terminal (CT), peu profond (60 à 200 m) et salé. Ces deux réservoirs forment l'un des plus vastes ensembles hydrogéologiques du Sahara algérien [27, 40]. Ils s'étendent sur tout le bassin sédimentaire du Sahara septentrional [40]. Ils couvrent respectivement une superficie de 600 000 km² et 350 000 Km² environ. Les potentialités de ces nappes fossiles [5], très partiellement renouvelées [5, 9, 16, 21], sont estimées à 60 000 milliards de m³ [21]. Estimé à 1,4.10⁻⁴ [16], le taux moyen annuel de renouvellement est très lent (70 000 ans). A Ouargla, 88 millions de m³ sont exploités annuellement (Tabl. 2), soit en moyenne 2,8 m³/s. Qualitativement, ce volume introduit à la cuvette 0,3 millions de tonnes de sel par an. Les eaux de ces nappes sont très minéralisées (Tabl. 3), de type chloruré sodique, et présentent des teneurs en Cl⁻ et en SO₄²⁻ supérieures à la norme de potabilité préconisée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). L'apport de cette eau par irrigation a accentué le processus de salinisation des sols de la cuvette. En été (forte évaporation), la croûte saline observée en surface, va de quelques millimètres à 6 cm d'épaisseur [17].

L'impact d'une utilisation à long terme d'une eau d'irrigation de différentes qualités sur la salinité des sols, a été démontré à travers le monde [10, 20, 32, 35, 36, 38].

Complexe Terminal (CT)	270	72, 95
Continental Intercalaire (CI)	04	14, 51
Total	274	87,46

Tableau 2. Débits mobilisés dans la cuvette de Ouargla

Tableau 3. Caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines de la cuvette de Ouargla

Paramètres	Nappes du CT		Nappe du CI
	Mio-pliocène	Sénonien	
pH	7,93	7,66	7,64
Température [°C]	25	26	55
Conductivité [mS/cm]	3,8	3,0	2,0
Ca ²⁺ [Mg/L]	249	192	213
Mg ²⁺ [Mg/L]	133	84	93
Na ⁺ [Mg/L]	440	255	223
K ⁺ [Mg/L]	21	16	20
Cl ⁻ [Mg/L]	905	423	400
HCO ₃ ⁻ [Mg/L]	121	102	125
SO ₄ ²⁻ [Mg/L]	750	620	630

L'aquifère phréatique (8 580 ha), de faible profondeur (0 à 10 m), inexploitable à cause de sa forte salinité (> 20 g/l), est contenu dans des formations perméables sablo gypseuses du quaternaire. Son alimentation est principalement assurée par l'infiltration des eaux usées (11,2 millions de m³/an) et d'irrigation (21,4 millions de m³/an), soit au total un volume annuel d'environ : 33 millions de m³.

Les problèmes découlant de cette nappe, caractérisée par sa remontée, ont une incidence négative (salinisation des sols, dépérissement des palmeraies, pertes de productions et des eaux potables) sur le développement de la région (Fig. 2).

Table 4. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la nappe phréatique

pH	7,45 - 7,89
Conductivité [mS/cm]	25,7 - 116,1
Minéralisation totale [g/l]	19,9 - 89,5
Sodium Adsorption Ratio (SAR)	70,4 - 118,2
Ca ²⁺ [Mg/L]	585,9 - 824,1
Mg ²⁺ [Mg/L]	615,9 - 1040,2
Na ⁺ [Mg/L]	11550 - 42300
K ⁺ [Mg/L]	100 - 410
Cl ⁻ [Mg/L]	11931,3 - 42251,6
HCO ₃ ⁻ [Mg/L]	289,3 - 605

Fig. 2. Conséquences de la remontée de la nappe phréatique à Ouargla





- a- Remonté des eaux (zone marécageuse)
- b- Salinisation des sols
- c- Déperissement des palmeriaies

2.3. Bilan hydrologique

Cette section décrit les principales étapes suivies dans le calcul du bilan hydrique. Celui-ci ne tient pas compte des apports par précipitation, pratiquement inexistant (39 mm/an), et lorsqu'ils surviennent, l'évaporation peut atteindre 95 %. Les données climatologiques, dont nous disposons pour cette étude, proviennent de l'Office National de Météorologie (station de Ouargla de 1992 à 2002). Le bilan hydrologique entre la cuvette de Ouargla et l'atmosphère, repose sur l'ensemble de ses apports souterrains (Q_p), de ses pertes par évapo (transpi) ration (E_n) et par infiltration à la nappe phréatique (q_s) :

$$Q_p = E_n + qn \quad (1)$$

Le bilan des évaporations (E_t) est évalué par la somme algébrique des trois termes de l'évaporation : l'évaporation de la nappe phréatique (E_n), l'évaporation des plans d'eaux (E_p) et de l'évapotranspiration (ETP) :

$$E_t = E_n + E_p + ETP \quad (2)$$

2.3.1. Estimation de l'évaporation de la nappe phréatique

Les flux évaporatoires de la nappe phréatique (q), en fonction de la variation du niveau d'eau (Z), sont estimés selon l'expression suivante

$$[14, 41] : \quad q = A Z^{-n} \quad (3)$$

où A et n , sont des paramètres empiriques, dépendant de la nature du sol [14, 39, 41]. En régions arides et semi-arides [6, 7, 8] des relations empiriques en fonction de la profondeur du niveau saturé ont été établies. A Ouargla, le flux d'évaporation de la nappe phréatique est calculé selon la relation empirique établie en région aride [8] :

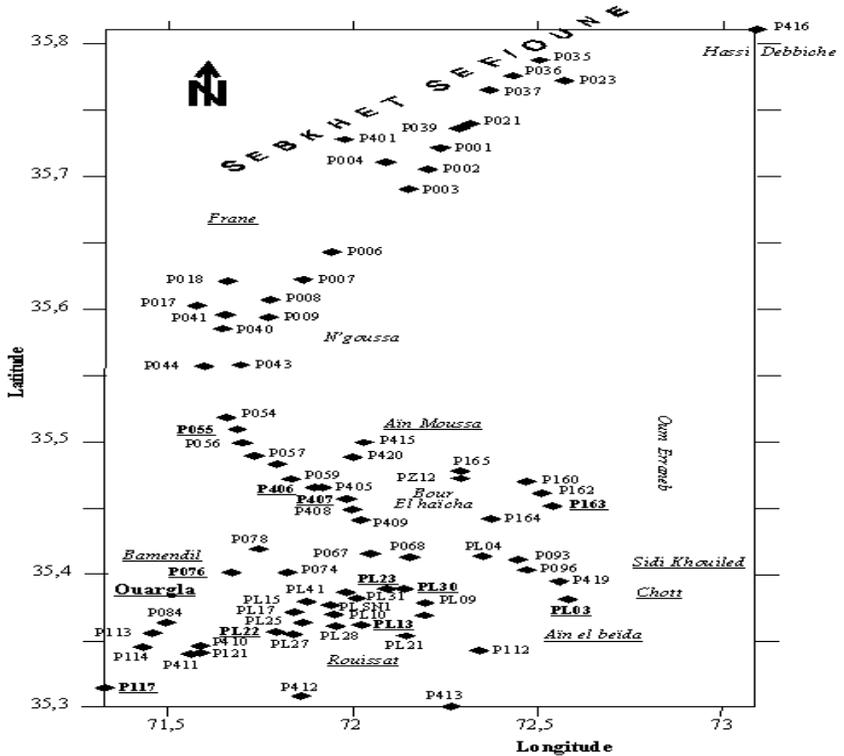
$$q = 63 Z^{-1,5} \quad (4)$$

Cette formule a pour avantage de ne pas faire intervenir les paramètres décrivant le milieu (la porosité totale, ...), courant ; dans d'autres équations il est difficile à quantifier.

A cette fin, 77 piézomètres, répartis à travers la cuvette et couvrant la majeure partie de la nappe phréatique (Fig. 3), ont été sélectionnés et des suivis piézométriques sont effectués (2002 et 2003).

Ces piézomètres sont tubés et crépinés en profondeur, avec un massif filtrant (gravier) et ayant un diamètre compris entre 80 et 100 mm.

Fig. 3. Distribution spatiale des piézomètres à la cuvette de Ouargla



2.3.2. Estimation de l'évaporation des plans d'eau (Sebkhass et Chotts)

L'évaporation sujette par les plans d'eau, est estimée, selon l'équation de Dalton qui exprime le taux d'évaporation (E_p) en fonction du déficit de saturation de l'air ($e_s - e_a$) et de la vitesse du vent (v) :

$$E_p = f(v) \cdot (e_s - e_a) \quad (5)$$

Dans les conditions naturelles (vitesse de vent différent de zéro), la loi de Dalton peut s'écrire :

$$E = \frac{e_s - e_a}{H} \times f(v) \quad (6)$$

Dans les conditions algériennes et en intégrant l'équation (6), l'évaporation sujette par les plans d'eau est donnée par la formule suivante [3, 4] :

$$E = 0,403 n d^{0,73} (1 + 0,39 v) \quad (7)$$

où, $d = (e_s - e_a)$, déficit de saturation de l'air en mbar ; n , nombre de jours du mois considéré. Le déficit de saturation est exprimé par la relation :

$$d = 0,0632 (100 - H) e^{0,0632T} \quad (8)$$

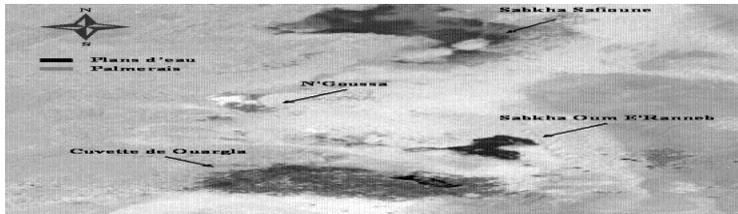
où, H , humidité relative de l'air en % ; T , température de l'air en °C.

Par ailleurs, l'évaporation d'une surface d'eau libre dépend, non seulement des propriétés géométriques (étendue) de cette surface [25,

29, 33], mais aussi de la salinité des eaux [13, 15, 19, 20, 22, 25, 29, 33, 34] ; ce qui a amené à l'établissement de coefficients de correction (k_c). Les recherches sur l'effet de la salinité, menées aux Etats-Unis [13, 29] et en Algérie, dans le Chott de Ouargla [13], ont abouti à un coefficient $k_s = 0,8$. Ce dernier est comparable à celui de 0,81 à 1, calculé en Egypte [1] à partir des salinités de l'eau comprises entre 0,61 et 112,9 dS/m. Concernant l'effet de l'étendue des Sebkhas et Chotts, on estime la diminution de superficie de ces plans d'eau à 75 % (la surface passe de 1 810 ha en hiver à 453 ha en été) ; soit un coefficient de correction : $k_e = 0,75$. Celui-ci a été calculé à partir des fonds topographiques (échelle 1/200 000^e), des photos satellites (échelles 1/200 000^e et 1/100 000^e) et de l'image Landsat TM (Fig. 4), en utilisant le logiciel "Auto CAD R14". A partir de ces coefficients (k_s , k_e), l'évaporation estimée (E_o) est corrigée :

$$E = E_o \times k_{s,e} \tag{9}$$

Fig. 4. Localisation de la cuvette de Ouargla (image Landsat TM)



2.3.3. Estimation de l'évapotranspiration

Le modèle de Penman est le plus conseillé [18, 24, 25, 28, 30, 31, 37] pour estimer l'évapotranspiration, notamment en climats arides. A Ouargla, l'évapotranspiration totale moyenne des 20 dernières années (1982-2002) est de 2 009 mm/an (Tabl. 5).

Tableau 5. Evapotranspiration moyenne mensuelle à Ouargla (1982-2002)

Mois	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
ETP (mm)	60,8	91,6	139,2	183,9	237,8	260,7	284,9	268,2	202,2	135,2	81,6	61,7

3. Résultats et discussions

Les suivis piézométriques montrent des variations saisonnières du niveau de la nappe phréatique. En hiver, l'infiltration et la concentration des eaux (usées et d'irrigation), dans les basses vallées, forme des mares de hauteur comprise entre 0,3 et 0,8 m (Fig. 5). Les fortes remontées de la nappe (0,5 à 0,8 m), localement observées au nord-est de la cuvette, apparaissent comme une conséquence de la proximité de ces piézomètres de la zone de rejet des eaux usées (Sebkha Oum Erraneb). Cependant, les faibles remontées (< 0,5 m), observées sur le reste de la cuvette, semblent plutôt liées aux fuites et au dysfonctionnement de la station de pompage, qui draine la nappe vers la Sebkha Oum Erraneb. La vidange (en été) de ces mares par évapo (transpi) ration conduit au rabattement (- 0,5 m) de la nappe, induisant ainsi une forte salinisation

des sols et une croûte saline observée en surface. Le flux évaporé par la nappe phréatique (Tabl. 6), de l'ordre de 2 millions de m³/an, est augmenté d'une évapotranspiration de 70 millions de m³/an (Tabl. 7). Si on y ajoute l'évaporation des plans d'eau (Sebkhas et Chotts) de 12 millions de m³/an (Tabl. 8), on estimerait à 84 millions de m³ le volume total d'eau évapotranspiré par la cuvette (Tabl. 10). Il représente 95 % des apports à la cuvette (88 millions de m³), résultat comparable à ceux des deux tiers calculé [11] dans le Maghreb et le Moyen Orient.

Fig. 5. Fluctuations annuelles de la nappe phréatique de Ouargla

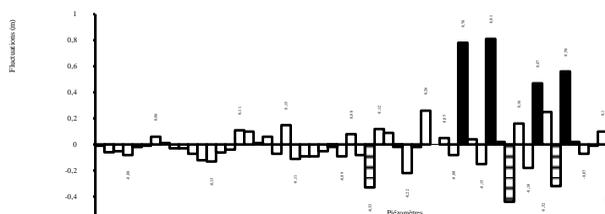


Tableau 6. Volumes d'eau évaporée par la nappe phréatique de la cuvette de Ouargla

Sites	superficie (ha)	profondeur de la nappe (m)	flux évaporé (mm/an)	volume évaporé (millions de m ³ /an)
Nord-est de la cuvette	340	1,6	10 993,41	0,11
Ouargla ville	1 230	1,8	31 046,95	0,31
Nord-ouest de la cuvette	7 000	2,1	150 247,69	1,50
Total	8 580	-	192 288,05	1,92

Par ailleurs, les apports (infiltration) à la nappe phréatique sont difficiles à estimer. Toutefois, les estimations des fuites sur les réseaux d'eaux potables et les infiltrations liées au système d'irrigation en submersion, permettent d'évaluer le volume rechargeant la nappe. Considéré par secteur, l'agriculture est actuellement la plus grosse consommatrice d'eau. Elle représente 75 % de la consommation mondiale [12] et 60 % en Algérie [5]. A Ouargla, on estime à plus de 69 % (soit, 61,3 millions de m³/an) la consommation du secteur agricole (Fig. 6). Concernant les fuites, les chiffres avancés en moyenne mondiale [12], représentent 50 % du taux de fuites sur les réseaux d'eau potable.

En Algérie, et selon les calculs de la Banque Mondiale [16], ce taux est de 32%. En tenant compte du prix de revient du m³ d'eau (20 Dinars algériens : 0,27 Dollar), cédé à 3,8 DA (0,05 Dollar) et de la défaillance du système d'irrigation, on admet que le taux d'infiltration à la nappe est de 50 % du débit restitué à la cuvette (Q_r). Ce dernier est calculé en attribuant (Direction de l'hydraulique) aux volumes destinés à la consommation humaine un taux de perte totale (fuites et rejets urbains) de 85 % et un taux de perte par infiltration de 70 % du volume réservé à l'irrigation [12]. En négligeant les précipitations (forte évaporation), on

estime à 33 millions de m³ le volume d'eau annuellement infiltré à la nappe phréatique (Tabl. 9).

Fig. 6. Répartition des débits mobilisés selon leur usage

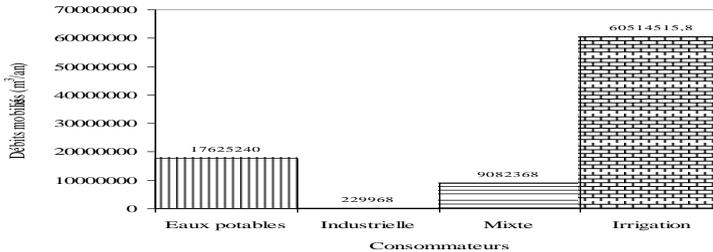


Tableau 7. Estimation des flux évapotranspirés (ETP) à la cuvette de Ouargla

Mois	Hiver				Été							
	Nov.	Déc	Jan.	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.
Evapotranspiration (mm)	81,6	61,7	60,8	91,6	139,2	183,9	237,9	260,7	284,9	268,2	202,2	135,2
	295,6				1 712,1							
Superficies de la palmeraie (ha)	3 500				3 500							
Volume évapotranspiré (m ³)	10,4				59,9							
Volume total évapotranspiré (m ³)	70,3											

Tableau 8. Estimation des flux évaporés par les plans d'eau (Sebkhas et Chotts) à la cuvette de Ouargla

Mois	Hiver				Été							
	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct
Evaporation (mm)	121,3	88,7	88,9	87,6	227,7	191,6	381,8	413,3	598,8	489,9	220,9	192,9
Effet salinité ($k_e = 0,8$)	97,1	71,0	71,1	70,1	182,2	153,3	305,5	330,6	479,0	391,9	176,7	154,3
Effet étendue ($k_e = 0,75$)	72,8	53,3	53,3	52,6	136,7	115,0	229,1	248,0	359,3	293,9	132,5	115,7
Evaporation corrigée (mm)	232				1 630,2							
Superficies des plans d'eau (ha)	1 810				453							
Volume évaporé (m ³)	4,2				7,4							
Volume total évaporé (m ³)	11,6											

Tableau 9. Estimation du volume d'eau restitué à la nappe phréatique

	volume (10 ⁶ m ³)	taux de restitution	volume restitué (10 ⁶ m ³)	taux d'infiltration	volume infiltré (10 ⁶ m ³)
Agriculture (70 %)	61,25	70 %	42,88	50 %	21,44
Eau potable (30 %)	26,25	85 %	22,31		11,16
Total	87,50		65,19		32,60

Tableau 10. Estimation de l'évapo (transpi) ration total annuelle à la cuvette de Ouargla

Evaporations	hiver	été
	volume évaporé (millions m ³)	volume évaporé (millions m ³)
Evaporation des plans d'eau	4,2	7,40
Evapotranspiration	10,4	59,92
Evaporation de la nappe	/	1,92
Pertes saisonnières	14,6	69,24
Pertes totales	83,84	

4. Conclusion

La cuvette de Ouargla se caractérise par un régime hydrologique, où l'évaporation (84 millions de m³/an) représente 95 % des apports à la cuvette (88 millions de m³/an). Le bilan hydrologique fait ressortir que la nappe phréatique reçoit annuellement 33 millions de m³/an (38 % des apports), dont 21,4 millions de m³ proviennent des eaux d'irrigation et 11,2 millions de m³ des eaux usées. La capacité de perte par évapo (transpi) ration est estimée à 84 millions de m³ dont 70 millions de m³ se perdent par évapotranspiration, 12 millions de m³ par évaporation des plans d'eau (Sebkhas et Chotts) et 2 millions de m³ par évaporation de la nappe phréatique. Le suivi piézométrique montre des protubérances qui peuvent atteindre 0,8 m en hiver et des dépressions qui descendent à - 0,5 m en été.

Le dysfonctionnement du système de drainage, les fuites d'eau, et les rejets des eaux usées auxquelles s'ajoutent les conditions climatiques (alternances été-hiver) et topographiques (pente < 0,1 %), sont les principales conséquences de la remontée de la nappe phréatique. A défaut d'eaux superficielles, les ressources souterraines sont en surexploitation et l'avenir économique de la région dépend des mesures à prendre face aux gaspillages des eaux. Il est bien clair qu'avant d'aller chercher à augmenter le débit de pompage ou de drainer la nappe vers la Sebka Safioune (40 km de Ouargla), la priorité devrait être axée sur un bon usage des ressources actuelles par l'introduction de la micro irrigation, la réduction des fuites et le recyclage des eaux usées et salées. Il faut également favoriser l'évapotranspiration (nouvelles plantations) pour atténuer la remontée de la nappe et surtout asseoir une politique de prévention éducative et scientifique.

Remerciements

Les auteurs remercient la Direction de l'Office National de Météorologie (station de Ouargla), la Direction de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) de Ouargla et la Direction de l'Hydraulique de Ouargla pour les informations fournies pour la réalisation de ce travail.

Références

- [1] **Ali H., Madramootoo C. A. and Abdelgwad S.,** 2001 : Evaporation model of lake Qaroun as influenced by lake salinity, *Irrig. and Drain.*, 50 9–17.
- [2] **Arrus A.,** 1997 : La bataille de l'eau, l'Enjeu de l'Eau, 5 41-68.
- [3] **Boutoutaou D.,** 1995 : Evaporation de la surface libre d'eau des retenues et barrages en Algérie, Thèse de Doctorat, Institut d'Hydraulique de Moscou (traduction), 200 p.
- [4] **Boutoutaou D.,** 1995 : Calcul de l'évaporation de la surface des plans d'eau des retenues et barrages en Algérie, Institut de Recherche et d'Information Agro-industrie, Moscou (traduction), n° 152 BC.
- [5] **Cheverry Cl. and Robert M.,** 1998 : La dégradation des sols irrigués et de la ressource en eau : une menace pour l'avenir de l'agriculture et pour l'environnement des pays au sud de la Méditerranée ? *Etude et Gestion des Sols*, 5, 4, 217-225.
- [6] **Coudrain A., Pratz B., Jusserand C., Quintanilla J. and Cahuaya D.,** 1997 : Bilan et évaporation d'un aquifère en zone aride. Altiplano central bolivien, *Pub. AISH Hydrochem.*, 244. 53-61.
- [7] **Coudrain A., Bruno P., Talbi A. and Jusserand C.,** 1998 : L'évaporation des nappes phréatiques sous climat aride est-elle indépendante de la nature du sol, *C.R. Acad. Sci.*, Elsevier, 326 159-165.
- [8] **Coudrain A., Fourcade B. and Touma J.,** 2003 : Flux évaporatoire depuis les nappes phréatiques en régions arides. *Hydrology of the Mediterranean and Semiarid Regions* (Proceedings of an international symposium held at Montpellier, April). IAHS Publ., no. 278, 2003, pp. 82–86.
- [9] **Dahmani B. and Bithorel C.,** 2001 : Déminéralisation des eaux saumâtres de Brédéah dans la région du bassin hydrographique Oranie-Chott-Chergui. *Partie 1 : Hydrogéologie de la nappe de Brédéah. Desalination*, 137. 297-309.

- [10] **Dasberg S., Bielorai H., Haimowitz A. and Erner Y.,** 1991 : The effect of saline irrigation water on 'Shamouti' orange trees. *Irrig. Sci.*, 12. 205–211.
- [11] **Dhoukar H.,** 1997 : Maghreb et Moyen Orient. Comment éviter le pire ? L'enjeu de l'Eau, 5. 9-17.
- [12] **Donzier J-F.,** 2001 : Gestion intégrée des ressources en eau : Nouvelles orientations pour préparer l'avenir. Journée Mondiale de l'eau, Office International de l'Eau, 11 p.
- [13] **Dutil P. and Sami C.,** 1960 : Essai de bilan hydrologique du chott de Ouargla. La houille blanche, VI^e journée de l'hydraulique, Grenoble, pp. 309-314.
- [14] **Gardner W.R.,** 1958 : Some steady-state solutions of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a water table, *Soil Sci.*, 85. 228-232.
- [15] **Glenn E., Lewis Thompson T., Frye R., Riley J. and Baumgartner D.,** 1995 : Effects of salinity on growth and evapotranspiration of *Typha domingensis* *Pers Aquatic Botany*, 52. 75-91.
- [16] **Hadef R. et Hadef A.,** 2001 : Le déficit d'eau en Algérie : une situation alarmante. *Desalination*, 137. 215-218.
- [17] **Hamdi-Aïssa B. et Girard M-C.,** 2000 : Use of remote sensing to analyse and spacially extrapolate soil landscapes in Saharian region. *Science planétaire/Sécheresse*, 11 179-188.
- [18] **Hashemi F. et Habibian M.T.,** 1979 : Limitations of temperature-based methods in estimating crop evapotranspiration in arid-zone agricultural projects. *Agric.For. Meteorol*, 20. 237-247.
- [19] **Harbeck G.E.,** 1955 : The affect of salinity on evaporation. *U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 272A*, pp. 1-6.
- [20] **Katerji N., Van Hoorn J.W., Hamdy A., Mastrorilli M. and Karam F.,** 1998 : Salinity and drought, a comparison of their effects on the relationship between yield and evapotranspiration. *Agric. Water Manage.*, 36. 45–54.
- [21] **Kettab A.,** 2001 : Les ressources en eau en Algérie: stratégie, enjeux et vision, *Desalination*, 136. 25-33.
- [22] **Laborde M.E.,** 1985 : Determination of brine evaporation rates in solar ponds as a function of magnesium chloride concentration, 6th Intern. Symp. On Salt, vol. II, The Salt Institute, Virginia, pp. 407-416.
- [23] **Lamsal K., Paudyal G.N. and Saeed M.,** 1999 : Model for assessing impact of salinity on soil water availability and crop yield. *Agric. Water Manage.*, 41. 57–70.
- [24] **Malek E.,** 1987 : Comparison of alternative methods for estimating ETP and evaluation of advection in the Bajah area, Iran. *Agri. For. Meteorol*, 39. 185-192.
- [25] **Musy O. et Higy C.,** 2003 : Hydrologie. Une science de la nature. *Presses Polytechniques et Universitaires, Romandes*, 314 p.
- [26] **Office National de Météorologie (ONM),** 2003 : Bulletin climatologique des stations sahariennes (1982-2002), Alger, 28 p.
- [27] **Oussedik S.M.,** 2000 : Démonéralisation de l'eau saumâtre du forage Albien "Aïn Sahara" pour l'alimentation en eau potable de la ville de Touggourt. *Désalination*. 137. 103-111.
- [28] **Pelton W.L., King K.M., Tanner C.B.,** 1960 : An evaluation of the Thornthwaite and mean temperature methods for determining potential evapotranspiration. *Agro. J.* 52. 387-395.
- [29] **Philippe O.,** 1979 : *Eléments de climatologie*, Centre de Recherche Géodynamique, Publication n° 205, Paris, 150 p.
- [30] **Pruitt W.O.,** 1964 : Cyclic relations between evapotranspiration and radiation. *Trans. ASAE* 7 (3), 271-275, 280.
- [31] **Pruitt W.O. et Doorenbos J.,** 1977 : Empirical calibration, a requisite for evapotranspiration formulae based on daily or longer mean climatic data ? In: *Proceedings of the International Round Table Conference on "Evapotranspiration"*, International commission on Irrigation and Drainage, Budapest, Hungary, 22 pp.
- [32] **Rajinder S.,** 2004 : Simulations on direct and cyclic use of saline waters for sustaining cotton-wheat in a semi-arid area North-West India. *Agric. Water Manage.*, 66, 153-162.
- [33] **Remanieras G.,** 1986 : *Hydrologie de l'ingénieur*, Ed. Masson, Paris, 325 p.

- [34] **Sánchez-Moral S., Ordóñez S., Benavente D., Garcia del Cura M.A.**, The water balance equation in saline playa lakes: comparison between experimental and recent data from Quero Playa Lake (central Spain). *Sedim. Geology*, 148, 221-234.
- [35] **R. Schofield, D.S.G. Thomas, M.J. Kirkby**, 2002 : Causal processes of soil salinization in Tunisia, Spain and Hungary, *Land Degrad and Devel.*, 12 (2001) 163-181.
- [36] **Shalhevet J.**, 1994 : Using water of marginal quality for crop production: major issues. *Agric. Water Manage.*, 25, 233-269.
- [37] **Stanhill G.**, 1961 : A comparison of methods of calculating evapotranspiration from climatic data. *Israel J. Agric. Res.*, 11, 159-171.
- [38] **Steward J.L., Danielson R.E., Hanks R.J., Jackson E.B., Hagan R.M., Pruitt W.O., Franklin W.T. and Riley J.P.**, 1977 : Optimizing crop production through control of water and salinity levels in the soil. *Utah Water Reseach Lab. PR.*, 151-1, Logan, Utah, 191 pp.
- [39] **Thorburn P.J., Walker G.R., Woods P.H.**, 1992 : Comparison of diffuse discharge from shallow water tables in soils and salt flats, *J. Hydrol.*, 136, 253-274.
- [40] **UNESCO**, 1972 : *Projet ERESS: Etude des ressources en eau du Sahara Septentrional. Rapport final (ERESS project: study of the northern Sahara water resources. Final report)*. Paris, 79 p.
- [41] **Warrick A.W.**, 1988 : Additional solutions for steady state evaporation from a shallow water table, *Soil Sci.*, 146, 63-66.

أهوار العراق، ... المشكلة والحلول

Albayaty N.

Dr en chimie, Ecole Normale Supérieure (E.N.S) Kouba – Alger

الملخص

تعتبر الأهوار من أبرز الأنظمة البيئية في العراق ، وهي من أكبر المسطحات المائية في الشرق الأوسط ، تتراوح مساحتها ما بين 15000- 20000 كيلومتر مربع أي بنسبة 5 % تقريبا من مساحة العراق . تمتد الأهوار على مساحة منخفضة متمثلة في منخفضات السهل الرسوبي لجنوب العراق ، وقد تكونت هذه الأهوار من تراكم مياه الأمطار أو انسيابات الروافد من نهري دجلة والفرات ، أو عن انسياب قنوات تحت ارضية تجد لها منفذا في تربة رخوة بهذه المنطقة . احتضنت هذه المنطقة أولى الحضارات التي عرفها التاريخ الانساني حسب تقدير العلماء ، حيث يعود تاريخها إلى أكثر من سبعة آلاف سنة. تعيش في منطقة الأهوار كائنات حية متنوعة مثل الطيور وأنواع عديدة من الأسماك حيث تمد الأهوار 60% من إنتاج العراق السمكي كذلك هي مأوى لبعض الحيوانات البرية والمواشي ، وتزرع فيها محاصيل زراعية مختلفة مثل الرز وقصب السكر، وبالإضافة لذلك كانت تعمل الأهوار كمنظمة معالجة لمياه نهري دجلة والفرات قبل أن تصب في الخليج العربي. كانت هذه المنطقة تفيض بخير وفير يفني باحتياجات سكانها ، ولكن بسبب الجفاف الذي لحق بها والذي رصدته الأقمار الصناعية، تقلصت مساحتها بنسبة 90% فتحوّلت مناطق شاسعة منها إلى صحراء جرداء مع أراضي واسعة مغطاة بطبقات من الملح ، وأدى ذلك إلى نزوح سكانها إلى المناطق المجاورة ، وقد اعتبر برنامج الأمم المتحدة هذه الكارثة البيئية من أسوأ كوارث العصر وذلك في تقريره نشرته جريدة واشنطن بوست (أفريل 2003) ، وقد اختلف المختصون في تحديد الوقت الذي حدثت فيه هذه الكارثة ولكن يمكن القول انها مجموعة من الأسباب ادت بمرور الزمن الى تفاقم المشكلة فتحوّلت الى كارثة بيئية أضرت بالمدن الجنوبية لعراق خاصة وبالعراق والبلدان المجاورة عامة . تتضافر حاليا جهود كبيرة اقليمية ودولية لغرض اصلاح الدمار الذي لحق بالمنطقة ، حيث عقدت مؤتمرات عالمية لتحديد الفترة الزمنية المناسبة لاصلاح الدمار وكذلك لاجراء البحوث اللازمة لاعادة الحياة وتنوعها البيئي ويجاد الطرق المناسبة لاستصلاح الاراضي التي زادت ملوحتها بدرجة عالية ومن هذه الطرق غسل التربة بالمياه العذبة لتخليصها من الأملاح ، وقد بينت الصور الحديثة للمنطقة ان المياه قد عادت بنسبة 50% وهذا خير دليل على نجاح هذه المساعي والجهود المبذولة لإنقاذ المنطقة

مقدمة

تقول الحكمة السومرية التي وجدت مكتوبة بالخط المسماري على لوح طيني: (حيث ما تغمر المياه الأرض ينمو الخير وتخرج أجنحة السعادة إلى الوجود)

تقع الأهوار في الجزء الجنوبي الشرقي من العراق، وتعد من أبرز أنظمتها البيئية، وهي عبارة عن مسطحات مائية بأعماق مختلفة قد تصل في بعض الأماكن إلى أربعة أو خمسة أمتار، وتحتوي على غابات متصلة لمسافات طويلة أو متفرقة من نباتات القصب والبردي، هذه المسطحات المائية هي (الأكبر في الشرق الأوسط، ولذلك أطلق عليها اسم (فينيشيا الشرق)

5 أي بنسبة 2 كم 20000- 15000 تقريبا" من مساحة العراق %تتراوح مساحتها بين 2. كم 438444 الكليّة والتي تقدر بـ

احتضنت هذه المنطقة حضارة يعود تاريخها إلى أكثر من سبعة آلاف سنة، هي حضارة سومر، أولى الحضارات التي عرفها التاريخ الإنساني

تعرضت هذه المنطقة إلى كارثة بيئية بسبب الجفاف الذي لحق بها خلال القرن الماضي. وسنوضح لاحقا أسباب تلك الكارثة

موقع وخصائص الأهوار

أولا: الموقع

(، حيث تغطي الأراضي إلتوجد الأهوار في المنطقة الجنوبية الشرقية من العراق (صورة رقم المنخفضة الموجودة في أسفل السهل الرسوبي للعراق ، وهي على شكل مثلث تقع على رؤوسه مدن الجنوب الرئيسية (البصرة، الناصرية، العمارة). أطلق عليها أيضا" اسم(البطائح) حيث يمتد الماء ويتسطح على سطح الأرض . ومن أهم الأهوار - هور إومواقعها ،نذكر :

، يقع 2كم 2800الحويزة:يعتبر من أكبر أهوار العراق حيث تزيد مساحته على بين العراق وإيران ويمتد من محافظة العمارة حتى محافظة البصرة شرق نهر دجلة ويصب فيه نهر دجلة، ويختلف عمقه حسب فصول السنة

، 2 كم 2400هور الحمّار:يعتبر من أهوار العراق المهمة ،حيث تزيد مساحته على -2 ويمتد من محافظة البصرة إلى قرب مدينة سوق الشيوخ في محافظة الناصرية، وتتدفق فيه مياه "متر تقريبا3نهر الفرات إلى أن تصب في شط العرب، ويتراوح عمقه بـ

هور أبو كلام: يقع غرب نهر دجلة بين محافظة العمارة إلى مجرى هور الحمّار وتصب -3 فيه عدة قنوات تحمل مياه نهر دجلة

هور السنية : يقع غرب نهر دجلة بين محافظة العمارة ومدينة علي الغربي ، ويتصل بهور -4 أبي كلام في موسم الفيضانات

هور الشويحة : يقع شرق نهر دجلة بين محافظة الكوت ومدينة علي الغربي ، ويزداد طول -5 هذا النهر في موسم الفيضانات حتى يترك مسافة صغيرة بينه وبين نهر دجلة

هور عفك : يقع هذا الهور بين محافظة الديوانية ومدينة عفك ويتكون من مياه شط الحلة -6

هور أبي دبس : يقع بين محافظة كربلاء ومدينة شتافة، وتأتي مياهه من نهر الفرات عن -7 طريق جدول الحسينية

هور دلمج : يقع شمال محافظة الكوت على الجهة الغربية من نهر دجلة -8

هور الشنافية : يقع هذا الهور في الجهة اليسرى من شط الهنديّة -9

:كما يمكن تقسيم الأهوار إلى ثلاثة مجموعات رئيسية ، وهي

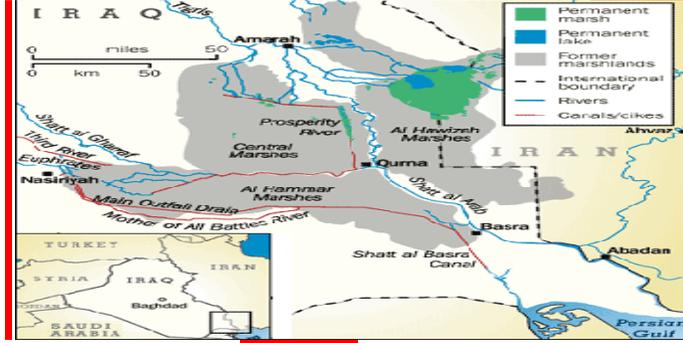
1- الأهوار الشرقية: وتقع شرق نهر دجلة وأهمها هور الحويزة وهور الشويحة -1

2- الأهوار الوسطى: وتقع بين نهري دجلة و الفرات مثل هور أبي دبس -2

3- الأهوار الجنوبية : وتقع جنوب نهر الفرات وغرب شط العرب مثل هور الحمّار -3

خصائص الأهوار

تمثل الأهوار أكبر نظام بيئي في العراق وفيه تنوع أحيائي فريد ، من حيث توفر مواطن مختلفة لمعيشة الأحياء ، وهو ما يؤهلها لتكون مركزاً لصناعة سياحية ينفرد بها العراق من بين كل دول الجوار.



(صورة رقم 1)

أهوار العراق هي دلتا يغمرها فائض مياه نهري دجلة والفرات لدى انحدارهما باتجاه مسطح اللقواء مشترك في جنوب البلاد ،وتعمل الأهوار كأنظمة معالجة لمياه تهري دجلة والفرات قبل أن يصبأ في الخليج العربي. تتميز الأهوار بكثافة نباتاتها وتعدد أنواعها ، وأهمها وأوسعها وأكثرها انتشاراً وأكثرها فائدة ، القصب والبردي، لعلاقتهمأ المباشرة بالواقع الاقتصادي والمعيشي لسكان الأهوار ، ومن أهم الاستخدامات بناء الجزر الصناعية (2)العائمة فوق المياه التي تبنى عليها مساكنهم وهي أكواخ من القصب(صورة رقم 2). بشكل القصب والبردي مع غيرهما من النباتات الطبيعية، غابة كثيفة يصعب الدخول إليها إلا من خلال ممرات ضيقة ، بالإضافة إلى ممرات واسعة رئيسية تسير فيها زوارق تسمى بـ (المشاحيف) وهي واسطة النقل في الأهوار ، وهذا (المشحوف) استعمله السومريون قديماً ، إذ صوروه على نقوشهم ووجدت هذه النقوش في مدينة أور الأثرية (صورة رقم 3) ، أما أكواخ القصب فهي نفسها التي استعملت قديماً من قبل المزارعين (صورة رقم 4). (في مدينة سومر القديمة (صورة رقم 4).

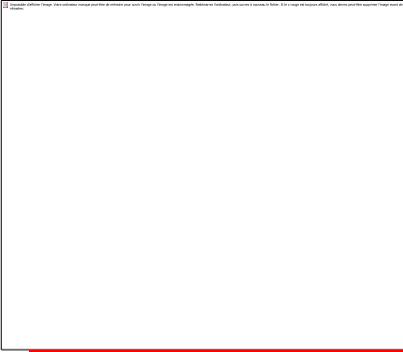


(صورة رقم 2)

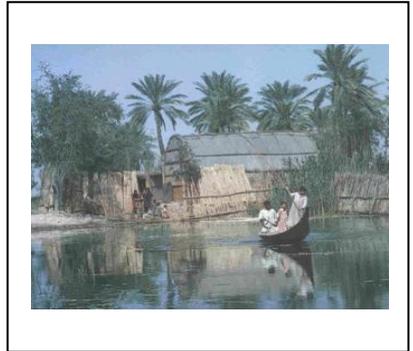
تزرع في الأهوار محاصيل زراعية مختلفة مثل الرز وقصب السكر ونباتات برية نادرة. ونظراً
نوع من الطيور المهاجرة التي تأتي 300 لبيبتها الفريدة فهي محمية طبيعية يلجأ إليها أكثر من
من أوروبا في فصل الشتاء للدفء والتكاثر، فضلاً عن احتوائها على
خزين هائل من الثروة السمكية، كذلك هي مأوى لبعض الحيوانات البرية والمواشي
هذه المنطقة التي تقع عند ملتقى نهري دجلة والفرات، اعتقد البعض أنها الموقع الأصلي لجنة
".عدن، وهو ماورد ذكره في التوراة أيضاً

نشوء الأهوار

اختلفت الآراء بين علماء التاريخ والآثار والجيولوجيا في تفسير نشوء الأهوار، وقد يعجز الباحث
عن تقريب وجهات النظر في تفسيراتهم لاختلافهم في مناهج البحث، لذلك سأكتفي
برأي علماء الجيولوجيا



يفسر علماء الجيولوجيا الظواهر الطبيعية على أساس دراسة التربة وطبقات الأرض،



صورة 4 صورة رقم)

(3رقم)

وبما أن الأهوار من الظواهر الطبيعية، فقد اهتم علماء الجيولوجيا في تفسير كيفية نشوئها وتاريخ بنائها، فوضعت عدة نظريات لتفسير نشوئها، ومنها النظرية التالية، الأكثر شيوعاً وتبنياً "من قبل علماء الجيولوجيا: (أن البحر كان يغطي السهل الرسوبي العراقي القائم حالياً، ثم تراجع البحر إلى ما هو عليه الآن نتيجة الرواسب التي ألقاها نهري دجلة والفرات والوديان، (والأهوار من بقايا ذلك البحر

تكوّن السهل الرسوبي، والذي كان يسمى قديماً "سهل شنعار، نتيجة الرواسب التي ألقته مياه دجلة والفرات من الشمال إضافة إلى ما تحمله الوديان المنحدرة من الهضبة الغربية، ولقد ملأت هذه الرواسب وما تزال، الالتواء المنخفض الكبير الذي تحتله هذه المنطقة، ويعتقد أن هذه الرواسب، كانت في بداية تكوّن السهل الرسوبي، أكثر مما هي عليه الآن لشدة الانحدار بين المرتفعات الشمالية وبين الالتواء المنخفض، ولغزارة الأمطار في العصور المطيرة القديمة في الوقت الحاضر، تنسحب معظم المواد العالقة بمياه دجلة والفرات في الأهوار والمستنقعات المتناثرة في السهل الرسوبي، ويصل القليل منها إلى شط العرب والخليج العربي، ومع ذلك لم تملأ منخفض السهل الرسوبي بدرجة متساوية إذ ما تزال هناك منخفضات على شكل أهوار ومستنقعات

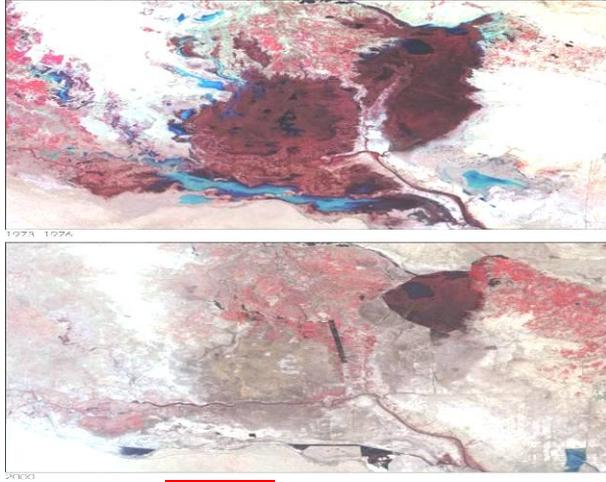
المشكلة، تأثيراتها، أسبابها

المشكلة

كانت هذه المنطقة تفيض بخير وفير يفي باحتياجات سكانها، ولكن بسبب الجفاف الذي 90 فتحوّلت% لحق بها، والذي رصدته الأقمار الصناعية، تقلصت مساحتها بنسبة مناطق شاسعة منها إلى صحراء جرداء مع أراضي واسعة مغطاة بطبقات من الملح، (، هذه الكارثة البيئية التي لحقت بالمنطقة، جعلت برنامج الأمم المتحدة (صورة رقم) من أسوأ 2003 للبيئة يعتبرها في تقرير له، نشرته جريدة واشنطن بوست (أفريل كوارث العصر، مثلها مثل كارثة جفاف بحر الأرال وتقلص غابات الأمازون الاستوائية

تأثير التحجيف على بيئة الأهوار وسكانها

- 1- لقد أثرت عملية تحجيف الأهوار على بيئة العراق خاصة والمنطقة عموماً حيث ارتفعت درجة الحرارة في العراق عدة درجات عن ما كانت عليه قبل التحجيف
- 2- تزوح سكان الأهوار من موطنهم الأصلي إلى المناطق المجاورة وفقدانهم لمصدر رزقهم 70000 الذي كانت توفره لهم بيئة الأهوار (الصيد والزراعة)، وقد وصل عددهم إلى نحو نسمة 300000 شخص، بعدما كان يقدر عددهم قبل التسعينات بـ



(5صورة رقم)

قبل التجفيف، والصورة في الأسفل تمثل الأهوار 1973 الصورة العليا تمثل الأهوار في عام (بعد التجفيف 2000 عام) .

التأثير الاقتصادي: فقد العراق بسبب هذه الكارثة ،مورداً اقتصادياً مهماً أدى إلى -3 الانخفاض في أعداد الثروة الحيوانية ،فمثلاً" ،في بداية التسعينات كانت أعداد الجاموس رأس، أي 130000 إلى 2003 رأس ليصل تعدادها في عام 200000 في العراق بحدود %، أما بالنسبة للثروة السمكية، فقد كانت هنالك أنواعاً عديدة 35 بنسبة انخفاض تصل إلى % من إنتاج العراق السمكي 60 من الأسماك وكميات هائلة ، حيث توفر الأهوار حوالي ولكن بعد التجفيف قلت الثروة السمكية إلى درجة الانعدام التام في بعض المناطق، أما بالنسبة مليون طائر ، ولكن 2 للطيور فقد كانت يصل إلى منطقة الأهوار في فصل الشتاء حوالي % 30 تناقص هذا العدد بعد التجفيف إلى نصف مليون تقريباً، أي بنسبة انخفاض تصل إلى من الأعداد الكلية ، وأصبح الكثير من هذه الطيور مهدداً بالانقراض، كطائر القصب المغرد (6)البصري الذي هو سمة مميزة لأهوار العراق (صورة رقم

4- ارتفاع نسبة الملوحة في التربة وذلك بسبب نقص المياه في الأهوار -



(6صورة رقم)

أسباب المشكلة

حول التصحر في العالم بأنه: 1977 عزف التصحر كما جاء في مؤتمر الأمم المتحدة عام (تدهور مقدرة التربة على الإنتاج البيولوجي مما يؤدي إلى خلق أوضاع

صحراوية)، وهذا ما حصل في منطقة الأهوار

اختلف المختصون في تحديد الوقت الذي حدثت فيه هذه الكارثة، ولكن يمكن القول أنها

مجموعة من الأسباب أدت مع مرور الوقت إلى تفاقم المشكلة فتحوّلت إلى كارثة بيئية أضرت

بمدن العراق الجنوبية (البصرة والناصرية والعمارة) بصورة خاصة والبلدان

المجاورة بصورة عامة. أن الذي أصاب الأهوار هي عملية تجفيف وليس جفاف، أي لم تحدث

الكارثة بسبب تغير الظروف المناخية للمنطقة، وإنما للأسباب التالية التي ستدرج

بحسب تسلسلها الزمني

في الخمسينيات من القرن الماضي، بدأت الحكومتين التركية والسورية بإنشاء السدود التي -1

سببت نقص التدفق الطبيعي لمياه نهري دجلة والفرات، وهذا يؤدي إلى ملوحة المياه التي

تتغذى عليها الكائنات الحية

تم إنشاء عدد من مشاريع الري والسدود على نهري دجلة 1991-2002 في الفترة ما بين -2

سدا"، وهذا رقم كارثي أدى إلى تفاقم 30 والفرات في كل من العراق وتركيا وسوريا (أكثر من

النقص في كمية مياه نهري دجلة والفرات الداخلة إلى العراق

خلال نفس الفترة السابقة، قام النظام العراقي السابق بتجفيف متعمد لمنطقة الأهوار -3

% من هور الحويضة) كإجراء قهري للمقاومة 60 تجفيف هور الحمار والأهوار الوسطى وحوالي (

المسلحة المتواجدة في المنطقة غير مكترث بالنتائج الخطيرة على البيئة وذلك من خلال تحويل

مجري الأنهار والجداول بإنشاء سدود ترابية لقطع مصدر المياه عن الأهوار بالإضافة إلى فتح

(انهار صناعية لشطف مياه الأهوار) مثل نهر العز ونهر أم المعارك ونهر تاج المعارك

التلوث بسبب الحروب العديدة التي مرت على العراق (منذ الثمانينات) حيث كان الضرر -4

الأكبر من نصيب المنطقة الجنوبية، وذلك من جراء استخدام الأسلحة الثقيلة والتلوث

....الإشعاعي والتلوث بسبب آبار البترول المحروقة وغيرها

الحلول لإعادة الحياة للأهوار

تتضافر حالياً جهود حثيثة، محلية ودولية لإصلاح الدمار الذي لحق بالمنطقة، من المحلية

تذكر وزارة الموارد المائية ومركز إنعاش الأهوار، أما الدولية فهي عديدة ونذكر: مشروع

الأمم المتحدة للبيئة UNEP، والمركز الدولي لتكنولوجيا البيئة IETC، وشبكة معلومات

الأهوار العربية- الانكليزية MIN مناطق السليمة بينيا" في، ومشروع تقديم التكنولوجيا

الأهوار EST، ومنظمة الصحة العالمية فرع العراق WHO وغيرها

قام أهالي المنطقة بفتح السدود والبوابات المائية 2003 بعد سقوط النظام العراقي في عام

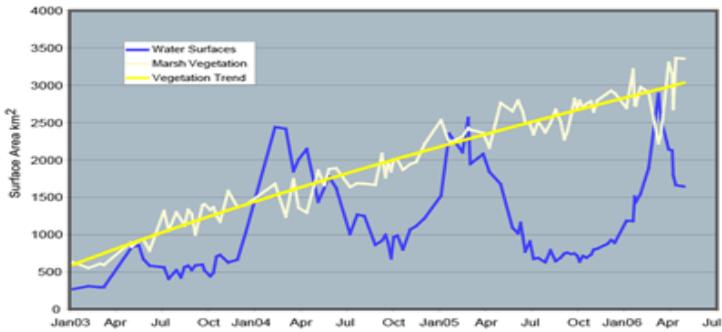
التي أنشأها النظام السابق والتي تسببت في جفاف الأهوار، فغمرت المياه الأراضي العطشى وحصل تحسن في الغطاء النباتي، وقد تم رصده بواسطة الأقمار الصناعية عن طريق نظام مراقبة الأهوار العراقية فرقا" علمية MOS، ثم شكلت وزارة الموارد المائية العراقية لتنفيذ عدد من المشاريع في منطقة الأهوار منها غمر المساحات المجففة بالمياه وتدرس الوزارة بشكل جدي إزالة الأنهار الصناعية التي ساهمت بتجفيف الأهوار وذلك عن طريق تجفيفها وإعادة مياهاها إلى الأراضي المحيطة بها والتي كانت تسمى بالأهوار. أي إعادة العملية بصورة معكوسة

لقد عادت الأهوار من جديد ولكنها عودة منقوصة لحد الآن، ولكي تعود الأهوار وسكانها إلى ما كانت عليه سابقا" قبل التجفيف، أي التأهيل الكامل لمنطقة الأهوار، فإنه يحتاج إلى وقت أطول وجهود دولية أكبر، هذه الجهود يجب أن تكون على عدة محاور، لذلك عقدت مؤتمرات عالمية شارك فيها عدد من العلماء والمختصين بالإضافة إلى منظمات محلية ودولية عديدة: ويبينوا أن إصلاح الدمار يحتاج إلى دعم مادي كبير والذي سيستخدم في الأمور التالية:

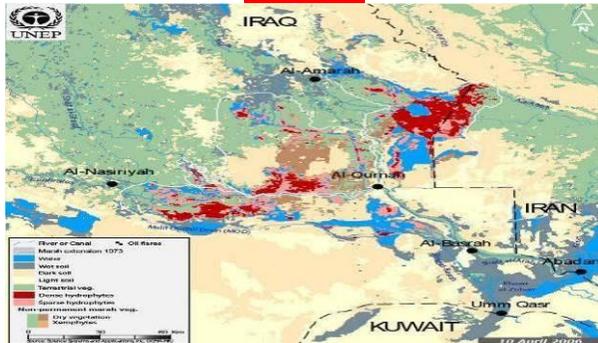
- 1- إجراء البحوث اللازمة لإعادة الحياة وتنوعها البيئي
- 2- إيجاد الطرق المناسبة لاستصلاح الأراضي التي زادت ملوحتها بدرجة عالية، ومن هذه الطرق غسل التربة بالمياه العذبة لتخليصها من الأملاح ومادة كبريتيد الهيدروجين وهذا يتطلب توفير كميات كافية من المياه العذبة وهو أمر ليس باليسير لوجود السدود
- 3- تشجيع أبناء الأهوار من العودة إلى مناطق سكنهم الأصلية وتوفير جميع الإمكانات التي تشجع على ذلك، من خلال بناء قرى عصرية تتوفر فيها وسائل الراحة مع المحافظة على الطراز التراثي للبناء
- 4- إجراء مسح إشعاعي وجيولوجي لمنطقة الأهوار لما في ذلك من تأثير على الحياة البشرية والإحيائية لأن المنطقة تضررت أيضا" بالحروب التي مرت على العراق
- 5- فتح مكاتب تنقيف وإرشاد لتنقيف أبناء الأهوار في مختلف مجالات حياتهم مثل أساليب الزراعة الحديثة، والأسلوب الحديث في تربية الحيوانات وأسس صيد السمك والطيور بالإضافة إلى الثقافة الدينية والصحية والعامه
- 6- إعادة أعمار الأهوار بالشكل الصحيح لتكون ملائمة للسياحة والاصطياف
- 7- بناء نموذج هيدروليكي للمنطقة لتحديد كمية المياه اللازمة للأهوار، وهذا يساعد على التشغيل الأمثل لتغذية الأهوار

بواسطة الأقمار 10/04/2006لقد وضحت الصور الفضائية الملتقطة مؤخرا" بتاريخ الصناعية الخاصة ببرنامج المراقبة والاستشعار عن بعد من خلال الصور الفضائية، أن 1973% بالمقارنة مع السنوات 58مناطق الأهوار قد غمرت الأراضي المجففة بنسبة

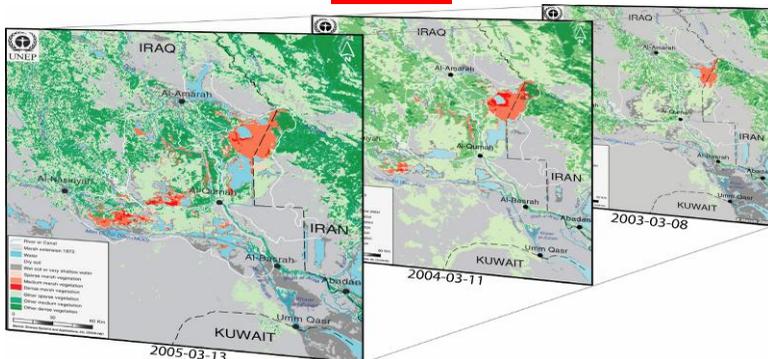
(وأن الغطاء النباتي قد زاد بشكل ملحوظ وهو كما موضح بالرسم البياني 8(صورة رقم 1976
) ويمكن ملاحظة التحسن التدريجي حسب مرور السنين كما في 7(صورة رقم
) (9صورة رقم).



(صورة رقم 7)



(صورة رقم 8)



(صورة رقم 9)

الخاتمة

إن لعودة المياه لهذه المنطقة أثرها البالغ على سكان المنطقة الذين تشرذروا في مدن عديدة، فقد عاد قسم كبير منهم، ولو انه لا توجد إحصائية دقيقة بعدد العائدين بسبب الوضع غيرالمستقر في العراق حالياً"، لكنهم عادوا يمارسون صيد الأسماك باستخدام قواربهم التي حرموا منها سنوات طوال ،إن الماء يعد بإعادة الحياة إلى سابق عهدها في الأهوار ،وكما قال سبحانه لكن هذه العودة تحتاج إلى وقت تعالی في القرآن الكريم ((وجعلنا من الماء كل شيء حي))،
طوبيل لا يقل عن عشر سنوات حسب تقدير المختصين

إن عودة الأهوار إلى سابق عهدها يحتاج إلى جهود كبيرة وتعاون الجميع من أجل تحقيق الهدف المنشود الذي سيعم خيره على العراق وأبنائه

المصادر

1- 2005الأهوار دراسة تاريخية ديموغرافية طوبوغرافية، المؤلف حسن علي خلف -

2- 1998العودة إلى الأهوار ،كافن يونغ ، -

3- 2005سبع سنوات في الأهوار ، ويلفرد ثيسكر ، -

www.unep.org4-

**RELATIONS ENTRE LA QUALITE DES RESSOURCES HYDRIQUES
DU SUD ALGERIEN
ET LA LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION DE CETTE REGION**

Djellouli H.M., Taleb S.

Faculté des Sciences - Université Djilali Liabes de Sidi Bel- Abbès (Algérie)

RESUME

La désertification est une problématique de grande importance, dont l'étiologie est à la fois naturelle et humaine. La dégradation de l'environnement et la diminution des ressources naturelles qu'elle entraîne conduisent partout à la pauvreté et à la misère, avec toutes les conséquences socio-économiques et culturelles.

Nombreuses sont les organisations internationales UNESCO, OMS, Banque Mondiale, FAO, PNUE, OMM, ..., qui se mobilisent pour développer des programmes de lutte contre ce fléau, conduisant à des actions socialement responsables et originales, afin de restaurer et de préserver la fertilité des régions arides du monde.

En mai 1996, l'Algérie a ratifié la Convention des Nations Unies de lutte contre la désertification, en présentant des méthodes concrètes pour lutter contre la fléau (exemple : réhabilitation de techniques traditionnelles d'irrigation par les Foggaras).

A ce titre, la présente contribution tente d'éclairer cet objectif de prise de conscience du problème de désertification. Celle-ci est abordée par le biais du problème de la qualité et de la disponibilité des ressources en eau douce en milieu aride, qui est aussi l'un des principaux thèmes environnementaux, auquel l'humanité est confrontée actuellement. L'on peut même dire que c'est le thème principal, puisque les problèmes liés à la qualité de l'eau affectent la vie de plusieurs millions de personnes en créant plus de dommages sur leur santé.

La qualité de l'eau est un problème qui se pose d'une manière cruciale pour les régions sahariennes. En effet, le climat aride, le relief, les composants géologiques, l'urbanisation sans cesse croissante, l'insuffisance des réseaux d'assainissement, la pollution grandissante, le manque d'hygiène, constituent autant de facteurs sérieux mis en cause pour l'obtention d'une eau saine.

La connaissance et le suivi des résultats d'analyse sur la qualité des eaux de consommation humaine permet de mettre en relief le danger que représente l'excès des sels minéraux (dureté, salinité), de substances indésirables (fluorures) sur la santé de la population. Des mesures de traitement spécifiques à l'élimination de l'excès de ces substances chimiques seront proposées pour que l'eau soit salubre et surtout conforme aux normes définies par la réglementation internationale et nationale.

Enfin, lutter contre la désertification, c'est aussi promouvoir une population saine : car l'homme est le principal bâtisseur du développement durable, pouvant respecter son environnement, réalisé sur une exploitation sensée et raisonnable, de la nature et de ses ressources.

L'UTILISATION DE L'EAU PAR L'AGRICULTURE DANS LA WILAYA D'ADRAR : QUEL DEVENIR ?

Bouchemal S.¹ & Spiga Y.²

¹*Maître de conférences, RNAMS, Centre universitaire Larbi Ben M'hidi (Oum el Bouaghi)*

²*Maître de conférences, Université Badji Mokhtar (Annaba)*

RESUME

Les organisations humaines au Sahara ont pris forme à travers un système socio hydraulique qui, depuis des siècles, a toujours su s'accommoder avec les conditions difficiles du milieu.

Aujourd'hui, plus qu'ailleurs, le problème que pose l'exploitation des eaux souterraines se présente avec acuité. Nous l'avons cerné grâce une étude relative à l'agriculture dans la wilaya d'Adrar.

Ainsi nos investigations ont permis d'établir une typologie des exploitations agricoles, notamment dans la Daïra de Zaouiet Kounta, pour conclure que chaque forme d'exploitation a sa spécificité et chacune fait face à ses propres difficultés. De même, nous avons pu souligner que l'utilisation de l'eau pose le problème de la technique d'exploitation mise en œuvre. En effet, la multiplication des forages se répercute sur le débit des foggaras qui s'affaiblit de jour en jour, et met les petits exploitants agricoles dans une situation difficile, alors que l'irrigation par pivot entraîne un surcoût de la production et un grand gaspillage en eau ; aussi ne faut-il pas revoir le système d'exploitation mis en place ?

Les organisations humaines au Sahara ont pris forme à travers un système socio hydraulique qui, depuis des siècles, a toujours su s'accommoder avec les conditions difficiles du milieu. Aujourd'hui, ici plus qu'ailleurs, le problème que pose l'exploitation des eaux souterraines se présente avec acuité. Nous l'avons cerné grâce une étude relative à l'agriculture dans la wilaya d'Adrar.

I - L'utilisation de l'eau dans la wilaya d'Adrar

Dans la wilaya d'Adrar, l'agriculture constitue l'une des principales sources de revenus. Elle obéit à deux types de systèmes d'exploitation des eaux : un système traditionnel, qui s'appuie sur l'irrigation par *foggara*, et un autre dit moderne, basé sur les techniques de fonçage de puits, ou de forages, mais dont les charges sont fort importantes et ne permettent donc pas une extension significative des superficies cultivées.

1) Le système de foggara

La *foggara* est constituée de plusieurs puits de profondeurs variables, réunis à leur base par une galerie souterraine très légèrement inclinée et qui amène l'eau à la surface du sol sous l'effet de la gravité. Elle s'étend sur une longueur allant parfois jusqu'à une dizaine de kilomètres. On note dans la wilaya d'Adrar un nombre de 926 foggaras vivantes, qui débitaient un volume d'eau annuel d'environ 80 millions de m³ par an en 1998.

Une étude récente effectuée par Bellal S. A., indique que le débit total par région naturelle de la wilaya d'Adrar est, en 1998, en réduction notable par rapport à 1960. Le déficit serait de 812 l/s ; il est surtout important dans la région d'Adrar avec 463 l/s ; par contre, il est presque nul dans celle du Gourara.

Le déficit en débit est une conséquence de la surexploitation de la nappe albienne par les forages et le manque d'entretien. Cela engendre l'abaissement du plan d'eau et le tarissement de 452 foggaras, dont le nombre le plus élevé se trouve dans la région de Timimoun.

2) Les forages

Une enquête effectuée en 2001 et 2002 dans la wilaya d'Adrar indique que les forages sont répartis sur presque la totalité de la wilaya. Leur nombre total est de 714 en 2000, dont 306 sont en exploitation. Equipés de motopompes et débitant un volume d'eau annuel de 7474 l/s, soit près de 236 millions de m³ par an, ils assurent l'alimentation en eau potable et permettent la mise en valeur des terres agricoles.

Tab 1 : Répartition des forages par région dans la wilaya d'Adrar (2000)

	Forages AEP	Forages industriels	Forages irrigation	Forages exploités	Forages non exploités	Débit en l/s
Gourara	50	9	43	36	70	938
Touat	78	15	432	246	279	6235
Tidikelt	20	3	60	24	59	301
Total	152	27	535	306	408	7474

Source : Direction de l'Hydraulique de la wilaya d'Adrar

Dans la wilaya d'Adrar, le premier forage a été réalisé en 1952 dans la commune de Ksar Aoulef. Le développement de la technique du forage s'est fait au ralenti jusqu'aux années quatre-vingts avec la loi sur l'accession de la propriété foncière agricole (APFA), qui a vu une intensification des prélèvements de l'eau sur les réserves géologiques. Ainsi, on a recensé 535 forages destinés à l'irrigation pour l'ensemble de la wilaya en 2000, contre 152 pour l'eau domestique et seulement 27 pour l'industrie. Si l'irrigation est dotée du plus grand nombre de forages, il faut signaler aussi l'inégalité dans leur répartition à travers les communes de la wilaya. La commune de Zaouiet Kounta se taille le plus gros lot, avec un nombre de 118 et un débit de 1355 l/s, alors que celles de Timmi et d'Akabli n'en possèdent, l'une et l'autre, que 3 et 4.

II - La situation de l'agriculture dans la wilaya d'Adrar

Cette situation a été appréhendée à partir d'enquêtes sur le terrain et de données collectées dans les services agricoles. L'agriculture dans la wilaya d'Adrar se présente sous deux formes :

△ La première est dite traditionnelle, c'est en général celle des ksars et où l'irrigation se fait à partir de la *foggara*. Elle est de type *melk*.

△ La deuxième est celle de la mise en valeur qui a été initiée par la loi portant accession à la propriété foncière ; elle est de deux types : la grande et la petite mise en valeur (GMEV et PMEV)¹.

Hormis le palmier dattier, l'essentiel de l'éventail des cultures pratiquées dans le Nord du pays trouve son existence, mais c'est surtout la culture de la tomate qui est de mise. Les produits maraîchers ont des rendements appréciables et permettent parfois leur exportation à l'étranger. Les céréales, irriguées sous pivot, atteignent jusqu'à 60 q/ha.

Le tableau suivant renseigne sur la répartition des terres agricoles

¹ GMEV : Grande Mise En Valeur, PMEV : Petite Mise En Valeur.

dans la wilaya d'Adrar :

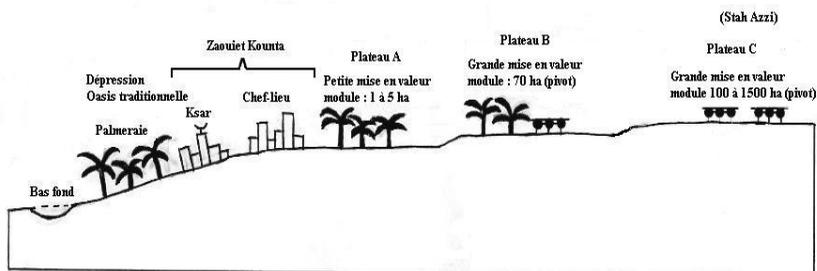
Tableau 2 : Répartition de terres agricoles dans la wilaya d'Adrar
(2002-2003)

Secteur traditionnel		GMEV		PMEV		Ensemble	
Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%	Sup. (ha)	%
13.973	63,53	4.148	18,86	3.871	17,6	21.992	100

Source : DSA de la wilaya d'Adrar

Le secteur traditionnel est celui qui occupe la plus grande superficie agricole de la wilaya, avec près de 64 % de l'ensemble. C'est le domaine de l'irrigation par *foggara*. Les deux autres types d'exploitations (GMEV et PMEV), presque à égalité en superficies agricoles, s'octroient le reste des terres affectées à l'agriculture. Mais pour ce qui est de la répartition par commune, ce sont celles de la daïra de Zaouiet Kounta qui accaparent la superficie agricole la plus importante, soit 22,92 % du total ; et c'est là aussi que les différents types d'exploitations sont les mieux représentés. Dans ce secteur, au droit du chef-lieu de la circonscription, depuis Stah Azzi, on a pu d'ailleurs dresser une typologie où l'on relève les formes de mise en valeur suivantes, chacune étant régie par un mode d'irrigation propre :

- la grande mise en valeur aux modules de 100 à 1500 ha avec irrigation par pivot (2 à 3) ;
- la grande mise en valeur aux modules de 70 hectares avec irrigation par pivot (un seul) et puits à motopompe ;
- la petite mise en valeur avec 5 ha par attributaire ;
- l'oasis traditionnelle.



Coupe schématique des formes de mise en valeur au droit de Zaouiet Kounta

Cette typologie est étayée par quelques monographies concernant

des exploitations-types. Ainsi, on a pu relever que chacune d'elles a ses propres problèmes. La grande mise en valeur, par exemple, fait face à des charges d'électricité sans cesse élevées et à un système de commercialisation défaillant. La petite mise en valeur bute, elle aussi, sur le problème de la facture énergétique, mais elle est plus à l'aise dans l'écoulement de ses produits. Les exploitants du secteur traditionnel, ceux de la palmeraie des *ksour*, quant à eux, se plaignent le souvent de l'abaissement du débit de la foggara dont la cause principale est due à la multiplication des forages et au manque d'entretien, par absence de moyens humains et financiers, la relève par les jeunes n'étant plus assurée.

Conclusion :

L'utilisation de l'eau pose le problème de la technique d'exploitation mise en œuvre. En effet, la multiplication des forages se répercute sur le débit des foggaras qui s'affaiblit de jour en jour et met les petits exploitants agricoles dans une situation difficile, alors que l'irrigation par pivot entraîne un surcoût de la production et un grand gaspillage en eau. Aussi ne faudrait-il pas revoir le système d'exploitation mis en place ?

CONTRAINTES D'IRRIGATION PAR RAMPE PIVOTANTE DANS LE SUD ALGERIEN

Boukhalfa H-H.

*Département d'agronomie, université Mohamed Kheider Biskra - Tél/071 34 03 01/033 86 21
81 email : boukhalfa@yahoo.fr*

RESUME

La mise en valeur des terres sahariennes du Sud algérien est basée sur la culture céréalière sous pivot (Kassah A., 1998). Ces pivots irriguent des centaines d'hectares aux rendements immédiats moyens, mais à l'avenir incertains (Benmalek S., 2000).

L'irrigation par rampe pivotante dans le Sud algérien permet l'évaporation de 40 % du volume d'irrigation sous l'influence de températures extrêmement élevées, de la faible humidité et de vents très fréquents.

Cette perte augmente la concentration en sels de la quantité d'eau atteignant le sol.

Quelle est la salinité des sols après chaque irrigation ? Combien y rajoute-t-on après chaque arrosage ? Et quelle est la dose létale ?

Le principe de fonctionnement du pivot impose pour chaque travée un temps de marche et un temps d'arrêt. En un tour d'eau du pivot, la première travée arrose alors qu'elle est en mouvement pendant seulement le huitième du temps nécessaire au tour d'eau et continue à arroser sur place avec le même débit et la même pression pendant les sept huitième du temps.

Que devons nous comptabiliser comme perte : celle de l'eau de plus en plus rare, celle de l'énergie électrique, ou la dégradation du sol sous l'influence d'un arrosage excessif ?

Mots clés : *Rampes pivotantes - salinisation - irrigation - pertes d'eau - pertes d'énergie - zones arides - désertification - évaporation.*

Introduction

La mauvaise répartition des pluies dans l'espace et dans le temps, un sous-sol perméable et un ensoleillement majeur, imposent que toutes les pratiques culturales sur le Sud algérien soient en irrigué.

Les agriculteurs, à l'origine du tiers de la consommation d'eau, sont les premiers concernés par le problème de l'eau. En effet, l'irrigation est souvent mise en cause en matière de gaspillage d'eau (Cemagref, 2001).

En irrigation, le mieux est de donner juste ce qu'il faut, c'est-à-dire une quantité d'eau calculée en quantité suffisante pour satisfaire les besoins des cultures et prévenir l'accumulation de sels dans le sol. Appliquer trop peu d'eau c'est, sans conteste, la gaspiller, car elle ne produira pas l'effet souhaité.

A l'inverse, la pratique consistant à déverser une quantité excessive d'eau sur la terre en l'inondant, peut être encore plus nocive, car elle sature le sol pendant trop longtemps, inhibe l'aération, lessive les nutriments, accroît l'évaporation et la salinisation. Elle porte la nappe phréatique à un niveau qui supprime l'activité racinaire et microbienne normale. Niveau qui ne peut être drainé, ni lessivé, qu'à grands frais.

Le développement des techniques d'irrigation modernes a pour objectif d'utiliser au mieux l'eau, en même temps que les terres, les ressources humaines et les autres intrants essentiels (énergie, machines, engrais et lutte phytosanitaire), de façon à renforcer durablement la production agricole. Cependant, il est à noter que les différents types de matériels d'irrigation présentent des performances différentes en matière d'économie d'eau. Mais à côté des difficultés d'utilisation de ces matériels, il existe également des problèmes dans la maîtrise de facteurs extérieurs, tels que le vent ou les variations de pression et de température.

Etant donné que les considérations économiques, ainsi que les conditions physiques et les modes de culture sont spécifiques à chaque zone, un système d'irrigation qui paraît très approprié dans un pays ou dans une région, peut ne pas l'être ailleurs. Une marge d'économie importante sur la ressource peut être dégagée par une meilleure adaptation des matériels et des installations aux conditions locales d'utilisation.

Dans les régions arides du Sud algérien, la rampe pivotante est confrontée à un milieu physique particulier. Selon ITGC (1992), ce milieu est caractérisé par :

- ✓ *Un climat aride* avec une pluviométrie quasi absente, de fortes amplitudes thermiques, une forte évapotranspiration, une faible humidité, luminosité intense, en plus de la fréquence de vents de sable violents.
- ✓ *Un sol* sablonneux, squelettique, de faible fertilité, à texture grossière et très perméable.
- ✓ *Des eaux* chargées de sels.

En partant de ce point de vue, le pivot d'irrigation est-il vraiment un système d'irrigation performant et convenable à notre Sud ?

Matériel et méthodes

1. Matériel utilisé

- ✓ Rampe pivotante en fonctionnement.
- ✓ Tuyaux d'irrigation en plastique pour la collecte de l'eau directement de la buse.
- ✓ Bacs pour la réception de l'eau au niveau du sol.
- ✓ Données du pivot utilisé comme exemple.

Ce pivot fut introduit dans la wilaya de Ouargla, à Ain Zekkar, par les Américains en 1987. C'est un pivot de marque Valmont appartenant à l'annexe de la CCLS de Hassi Messaoud. Il avait donné dans le temps, les fameux rendements de plus de 65 qx/ha.

Ce pivot présente les caractéristiques suivantes :

La longueur de la rampe (Rayon)	R = 350 m
Longueur d'une travée	L = 50 m
Nombre de travées	N = 7 travées
Nombre de buses	N = 23 buses
Temps de fonctionnement du pivot depuis sa mise en marche	325923 h
Tension du courant électrique	U = 370 volts
Caractéristiques de la pompe	-
Profondeur du forage	92 m 30 m (normalement 35 m)
Profondeur d'emplacement de la pompe	-
Débit délivré par la pompe	40 l/s
Niveau statique de la nappe	25 m
Niveau dynamique de la nappe	42 m (72 h après rabattement)
Pression à la sortie du forage	2.25 m ³ /mn = 2250 l/mn = 37.5 l/s
Calcul du temps d'arrêt de la première travée	-
Temps d'arrêt	t = 4 mn 12 s
Calcul du temps d'arrêt de la dernière travée	-
Temps d'arrêt	t = 21 s

2. Méthodes de mesures

Quantité d'eau évaporée

Afin de pouvoir mesurer la quantité d'eau qui s'évapore entre la buse et le sol, la méthode suivante a été adoptée :

- Notre expérimentation consiste à récolter pendant une durée de cinq minutes les quantités d'eau débitées par les buses séparément.
- L'eau sortant d'une buse est canalisée par un tuyau d'irrigation en plastique et son volume est mesuré. (Figure 1)
- Les débits à la sortie des buses sont mesurés et comparés à ceux récoltés au niveau du sol dans des bacs disposés le long d'un rayon et sur une cycloïde. (Figure 2)

Le protocole expérimental mis en place a permis de récolter les données résumées dans le tableau 2.

Figure 1 : Application du collecteur sur la buse.

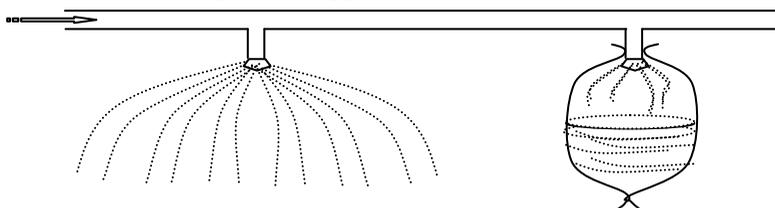
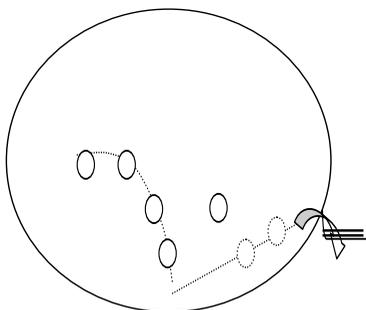


Figure n° 2 : Positionnement des collecteurs d'eau au niveau du sol



Résultats et discussion

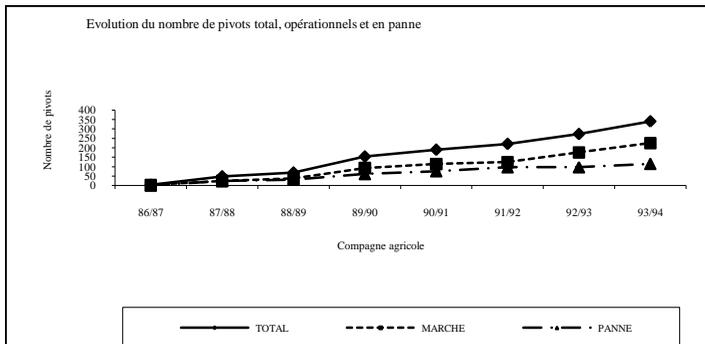
1. Taux de pannes des pivots

Le tableau suivant donne une idée du nombre total des pivots implantés et l'évolution des taux de pannes de ces derniers. Selon les recensements réalisés par le CDARS Ouargla.

Tableau 1 : Evolution des implantations de pivots dans le Sud algérien

Campagnes	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/98
Total	4	49	69	154	190	221	273	340	Les
Fonctionnels	4	25	38	93	114	124	176	225	statistiques
En panne	0	24	31	61	76	97	97	115	ne sont pas
Taux de panne	0	48.9	44.9	39.6	40	43.8	35.5	33.8	fiables

La représentation graphique de ces données montre que le nombre de pivots non fonctionnels va de pair avec la progression de leur implantation, avec des taux de pannes qui tournent autour de 36 %.



2. Uniformité d'arrosage du pivot :

T : Le tour d'eau de la rampe pivotante

R : rayon du pivot

Les moteurs tournent tous à la même vitesse.

$$V = 2\pi R / T$$

Le point M, distant de x du centre du pivot, parcourra la distance $2\pi x$ durant le même temps T et ce après plusieurs marche-arrêts.

Si le point M ne s'arrêtait pas, il parcourerait la distance de $2\pi x$ en $t = 2\pi x / v$: $t = 2\pi x / (2\pi R / T) = x T / R$

Le pivot passerait un temps Δt à l'arrêt : $\Delta t = T - t = (1 - (x/R)) T$.

La partie centrale, telle que $r < x$, n'est irriguée normalement que pendant le temps t.

Le reste du temps le pivot est à l'arrêt et les buses ne le sont pas : donc sur irrigation impliquant le ruissellement. C'est ce qu'ont constaté plusieurs agriculteurs tel que : M^r **Titafi** (exploitant à Adrar) qui irrigue sept fois sur huit avec les buses des deux travées centrales bouchées.

En réalité, le temps mis par le pivot en irrigation «sur place» est de :

$$\Delta t = T - t = (1 - (x/R)) T$$

Selon Hillel (1988), la croûte superficielle est formée, le plus souvent, sous l'action battante des gouttes de pluie. Elle est caractérisée par une densité plus grande, des pores plus fines et une conductivité saturée plus faible que dans le sol sous-jacent.

Une croûte superficielle peut limiter l'infiltration de l'eau d'une manière importante. Même s'il s'agissait d'une croûte très fine dans un sol très perméable, le fait de ne pas tenir compte de sa formation peut conduire à une surestimation de la vitesse d'infiltration.

Exemple :

Soit un pivot de 50 ha $\Rightarrow R \approx 400$ m, T = 20h (vitesse à 100 %). Donc à 50 m (limite de la première travée) : $\Delta t / T = 1 - (50/400) = 1 - (1/8) = 7/8$. Ceci confirme bien les dires et l'application de M^r **Titafi** : $\Delta t / T = 0.875 \Rightarrow \Delta t / T = 87.5$ %. Soit 87.5% du temps, la partie centrale du pivot est à l'arrêt. Sur 20h, il ne fonctionne que 2.5 h et repose pendant 17.5 h, tout en irrigant. Les usures évoluent avec le fonctionnement, elles ne sont pas du même type au centre qu'au bout.

L'énergie est mal répartie et c'est au bout que le besoin se fera le plus sentir.

3. Quantité d'eau évaporée :

Les résultats obtenus de l'expérimentation réalisée sont mentionnés au tableau suivant.

Tableau 2 : Résultats de l'expérimentation des taux d'évaporation d'eau.

Travées	Bacs au sol		Taux d'évaporation (%)
	(a) mm	Buses (b)	
1	12	14	14
2	12	20	40
3	14	20	30
4	14	19	26
5	13	22	41
6	10	24	58
7	12	22	45
8	14	26	46
Somme	101	167	300
Moyenne	12.62	20.87	37.5

Ces résultats montrent que le taux d'évaporation croît du centre du pivot vers son extrémité.

4. Salinisation :

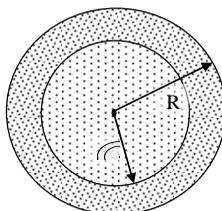
L'eau est ramenée des profondeurs rapidement par pompage avec une teneur en sel variant entre 2.8 et 3.5 g/l (Hassi Ben Abdallah). Prenons 3g/l de sel en moyenne pour le calcul. Elle est restituée au sol avec un accroissement de 2 g/l. L'eau au niveau du sol atteint facilement 5 g/l. C'est une dose pratiquement létale pour les plantes.

Un calcul simple montre qu'au bout de 4 années, le sol, sous la rampe pivotante est sur-salé. A chaque irrigation, la masse de sel supplémentaire transitant par le sol augmente de 240 Kg par hectare : soit 6 tonnes par campagne et par hectare, si nous irriguons 25 fois, représentant le minimum. Nous pensons que rajouter 1.2 kg par an, à chaque mètre carré, est plus que convainquant pour réfléchir à l'amélioration de l'efficacité du pivot, ou penser à sa reconversion.

Au bout de 4 années, pratiquement 5 Kg de sel en plus y sont déposés ; la diminution du rendement s'explique ainsi que les importants abandons des cultivateurs.

5. Puissance fournie

Notre but est de vérifier la répartition radiale de la puissance nécessaire pour amener l'eau d'irrigation à l'extrémité de la rampe pivotante.



- Pour avoir la même surface que la couronne, le cercle intérieur doit avoir pour rayon : R .

- Ces deux surfaces prennent la même quantité d'eau ; logiquement nous devons consommer des quantités d'énergie égales, même en allant à 70 % du rayon.

- Lorsqu'il n'y a pas d'ensablement de la canalisation du pivot, les pertes de charge sont supposées être linéaires et varient de 0.4 à 0.9 bar, entre la 5^{ème} et la dernière travée. La mesure au niveau de Ain Zekar a donné 0.6 bar. Une étude est en cours pour affiner les résultats.

- Le protocole d'expérimentation consiste à condamner les buses, à l'exception de la première et de la dernière; prises comme point de mesure de pression. Ceci a été réalisé lors du désensablement de la canalisation.

Conclusion générale

L'agriculture du Sud est une réalité qui constitue l'avenir de l'Algérie, surtout avec la réduction des ressources hydriques au nord et la dégradation des sols agricoles. Vu l'aridité du climat, l'irrigation constitue un outil déterminant dans l'amélioration et la régularité des productions.

Lors de nos travaux au Sud, nous avons remarqué que la majorité des rampes pivotantes installées souffrent d'un dysfonctionnement critique au niveau de leur répartition d'eau. Ceci se répercute directement sur les rendements céréaliers qui ne dépassent guère les 25 qx/ha de blé.

L'utilisation des rampes pivotantes au Sud algérien, sous des températures extrêmement élevées, avec une humidité très faible et des vents fréquents, augmentant l'évaporation et l'évapotranspiration et ne permet qu'à 60 % de l'eau d'irrigation de rejoindre le sol.

Cette perte d'eau constitue la cause principale de l'augmentation de la salinité des sols ainsi irrigués, qui représentent déjà une salinité primaire.

La continuation dans cette voie de mise en valeur conduira à la perte de ces parcelles, sans pouvoir les récupérer un jour.

Le mode de fonctionnement du pivot basé sur l'alignement des travées du centre vers l'extrémité, impose que la première travée irrigue à l'arrêt pendant les 7/8 du tour d'eau du pivot.

De cette manière les 7/8 de la quantité d'eau d'irrigation sont perdus en contribuant en plus dans l'érosion du sol.

La réhabilitation des anciennes Oasis s'impose aussi bien pour leur rôle socio-économique que pour leur fonction environnementale et stratégique. Ceci par la conception d'un nouveau plan d'aménagement polyculturel.

Les pivots céréaliers n'assurent qu'une occupation temporaire de l'espace, tandis que les aménagements hydro-agricoles de type Oasis créent un microclimat favorable à une installation humaine durable.

L'amélioration du système d'irrigation commence par l'amélioration de sa prise d'eau et d'énergie.

L'amélioration des systèmes d'irrigation par pivot pourrait être reconverti en un dispositif plus adapté aux cultures ; un nouveau plan de culture pourrait voir le jour. Les productions se verraient doubler voire quadrupler dans le même temps avec pratiquement les mêmes moyens.

- Kranz W.**, 1998 : Flow Control Devices for Center Pivot Irrigation Systems Irrigation Engineering, Irrigation systems and development.
- Tiercelin J.R.**, 1998 : Traité d'irrigation. Ed. Technique et Documentation.
- Cemagref**, 1992 : Irrigation, collection Guide Pratique. Ed. France Agricole.
- Nallet H.**, 1990 : Eau et Agriculture, leçon d'une sécheresse. Actes du colloque Paris VIII Mars 1990. Ed. Cemagref-Dicova.
- Durend J.H.**, 1983 : Les sols irrigables étude pédologique. Ed. Techniques Vivantes (Presse Universitaire de France).
- Hillel D.**, 1988 : L'eau et le sol principes et processus physiques. Ed. Louvain-La-Neuve pp 143-212.
- Beauchamp J.**, 1998 : La guerre de l'eau. Agence de l'eau. Office international de l'eau. Ed. Cahiers sécheresse, 6p.
- Rognon P.**, 1996 : Sécheresse et aridité : leur impact sur la désertification au Maghreb. Ed. Cahiers sécheresse, vol.7, n° 4, pp 287-297. www.Sologral, 1996 : Désertification, une affaire d'hommes. Sologral www. Courrier de la planète, 8p.
- Beauchamp J.**, 2002 : L'eau et le sol. Université de Picardie Jules Verne, Pédologie.17p.
- Valles V., Valles A.M., Dosso M.**, 1983 : Irrigation des sols salés et doses de Lessivage. Cah. ORSTOM, sér. pédol., vol. XX, n° 2, 119-127.
- Attalah S.**, 2000 : Evaluation de la performance de l'irrigation par pivot dans une région saharienne (cas de Ouargla). Memoire de magistère INA.
- Rolland L.**, 1980 : La mécanisation de l'irrigation par aspersion ; Bulletin 35 FAO d'irrigation et de drainage. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome.
- Smati Y.**, 1992 : La culture sous pivot en zones sahariennes. ITGC impression, ANEP.
- Kassah A.**, 1998 : Eau et développement agricole au Sahara maghrébin : enjeux, conflits et arbitrages. Cahiers Sécheresse, Volume 9, n° 2, pp 95 à 102.
- Anonyme**, 1995 : Le pivot. Ed. Cemagref. Pp 7 à 38.

**DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DU RAVINEMENT DANS LA
REGION DE MEDEA**

Kouidri R.

Chargée de recherche à l'INRF. (26.000), Ain D'heb- Médéa
Emails : kouidri_rabia@yahoo.fr - muguetjoli@caramail.com

RESUME

De tout temps, la région de Médéa est confrontée aux problèmes de l'érosion des versants, à la dégradation du réseau hydraulique et à l'envasement des barrages.

Aussi, les transformations passées, physiques et écologiques de l'environnement, se manifestent dans le paysage par les ravines dénudées et les cônes d'épandage.

Ce ravinement trouve sur origine dans l'énergie cinétique du ruissellement. Mais le ruissellement et l'érosion varient énormément dans le temps (la plus part des pertes en eau et en terre, s'effectuent en quelques heures par an, lors des débits de pointe de crue) et dans l'espace (confirmant la théorie de la contribution partielle de la surface du bassin aux débits liquides et solides).

Dans cette région, la disparition de la végétation naturelle, sous l'action de l'homme, est la principale cause de l'érosion. Cette dernière est aggravée par le type d'habitat (village agricole sur le sommet de crête et pratiques culturelles inappropriées).

A la demande des pouvoirs publics, des travaux routiers ont été réalisés dans le cadre de la lutte anti-érosive. Cet aménagement de la route, en 1986-1987, a provoqué un glissement de terrain, une grande ravine et par la suite d'autres ravines parallèles à cette dernière.

Au cours de cette année (mars 2004), un aménagement anti-érosif a été réalisé par les services des travaux publics de Médéa, au niveau de la grande ravine et à la base du glissement de terrain, sans faire appel aux géomorphologues.

La grande ravine, bien qu'elle soit aménagée, ne cesse d'évoluer dans le temps et dans l'espace. Les autres ravines perpendiculaires à la route sont fonctionnelles.

Mots clés : *Erosion hydrique, envasement des barrages, ravinement glissement de terrain, route, aménagement anti-érosif.*

NOUVELLE APPROCHE THEORIQUE
AU CALCUL DES CONDUITES ET CANAUX
DANS LES ZONES ARIDES ET HUMIDES

Lakhel M.¹, Achour B.²

¹Doctorant à l'université de Biskra. moussalll@yahoo.fr

²Professeur à l'université de Biskra. info@larhyss.net

Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface (LARHYSS).
Université Mohamed Kheider – B.P 145 RP 07000 Biskra - Algérie

RESUME

Les zones arides en Algérie sont caractérisées par une pénurie d'eau de surface, mais disposent d'une importante réserve en eaux souterraines. L'utilisation de cette réserve nécessite la réalisation d'installations hydrauliques assurant une meilleure exploitation. Les installations hydrauliques peuvent être des forages, des stations de pompage, des conduites d'adduction, des réservoirs, des réseaux d'AEP, des réseaux d'assainissement, des stations d'épuration des eaux usées ou, éventuellement, des stations de déminéralisation des eaux saumâtres.

Dans les conduites d'adduction, les réseaux d'AEP et les réseaux d'assainissement, l'écoulement est considéré comme uniforme. Le calcul de ce type d'écoulement occupe une place importante dans la pratique de l'ingénieur hydraulicien et constitue l'objectif de la présente étude. L'écoulement uniforme peut être à surface libre ou en charge. Les formules classiques destinées au calcul des écoulements uniformes sont telles que celles de *Chézy*, *Manning – Strickler* (écoulement à surface libre) et celles de *Colebrook – White*, *Nikuradse* et *Darcy – Weisbach* (écoulement en charge). Cependant, ces formules se présentent sous forme implicite et leur utilisation nécessite par conséquent l'utilisation d'un procédé itératif.

L'objectif principal de notre étude est de suggérer une nouvelle approche théorique destinée au calcul des écoulements uniformes en charge et à surface libre, dans le domaine turbulent rugueux qui demeure, selon plusieurs auteurs, le régime d'écoulement le plus répondu dans la pratique de l'ingénieur hydraulicien.

Ainsi, l'étude montrera que la dimension linéaire d'un écoulement uniforme en régime turbulent rugueux s'écrit, en fonction de quatre paramètres, sous la forme suivante : $a = \mathbf{r}_a(Q, J, \mathbf{r}, w)$.

Notre étude vise en fait à exprimer de manière pratique la relation fonctionnelle \mathbf{r}_a . Ceci peut être rendu possible par la combinaison des relations universelles de *Darcy*, *Weisbach* et *Nikuradse*. Le développement théorique a conduit à l'établissement de la relation $a = \mathbf{r}_a \mathbf{r}_0$ exprimant la dimension linéaire en fonction de la longueur fluiddynamique \mathbf{r} et le paramètre de dimension a_0 . Cette relation a été établie de façon indépendante par *Gali* (2002). Notre développement théorique a mené aussi à l'établissement de la relation permettant la détermination de la longueur fluiddynamique \mathbf{r} , en fonction de la conductivité de la conduite (ou du canal) $Q/J^{1/2}$, de la rugosité absolue \mathbf{r} et du paramètre de dimension du diamètre hydraulique D_{h0} . Cette relation est applicable à toute nature de profils géométriques connus et D_{h0} ne dépend que du paramètre de forme w du profil liquide en écoulement.

Dans cette étude nous avons pris, comme application de la méthode proposée, le cas de la conduite circulaire pour l'écoulement en charge et le cas du canal rectangulaire pour l'écoulement à surface libre. Deux exemples pratiques seront présentés pour montrer la simplicité du calcul. Le premier exemple est attribué au calcul des conduites circulaires et le second est attribué au cas du canal rectangulaire.

Enfin, on note que la méthode proposée dans cette étude est applicable dans les zones arides et humides, et extensible à tout profil géométrique connu.

Mots clés : *Ecoulement uniforme, Conduite, Canal rectangulaire, Longueur fluiddynamique, Régime turbulent rugueux, dimension linéaire, conductivité.*

Introduction

Le calcul des écoulements uniformes à surface libre ou en charge, occupe une place importante dans la pratique de l'ingénieur hydraulicien. Un écoulement est considéré comme étant uniforme lorsque ses caractéristiques sont invariables dans le temps et dans l'espace. Ces caractéristiques sont la profondeur h de l'écoulement, appelée aussi hauteur normale, l'aire de la section mouillée A , la vitesse moyenne V de l'écoulement et le débit volume Q . D'un point de vue pratique, la constance de la vitesse V est généralement associée à celle de la vitesse moyenne ; mais de façon plus rigoureuse, cela signifie que l'écoulement est caractérisé par une vitesse constante, en tout point de son domaine. En d'autres termes, la distribution des vitesses dans chacune des sections transversales de l'écoulement est uniforme, correspondant à une couche limite pleinement développée. Cet aspect du problème a été longuement étudié par plusieurs chercheurs (*Prandtl*, 1926 ; *Keulegan*, 1938 ; *Hama*, 1954 ; *Schlichting*, 1955 ; *Morris*, 1955 ; *Iwasa*, 1957). Bien que la condition d'un écoulement uniforme, dans le sens strict du terme, ne soit pratiquement jamais satisfaite, elle est cependant fréquemment admise lors du calcul des caractéristiques d'un écoulement en canaux et rivières (*Chow*, 1973). Cette approche simplifiée donne des résultats assez satisfaisants dans bon nombre de cas pratiques.

Les relations de calcul de la profondeur normale dans les canaux expriment de manière approximative la vitesse moyenne V , sous l'hypothèse d'un régime turbulent. Ce régime doit être considéré non seulement comme étant turbulent, mais aussi comme étant rugueux, en raison du fait que l'effet des forces dues à la viscosité est laissé hors considération.

Les relations appliquées se présentent, en règle générale, sous la forme : $V = CR_h^\beta J^\gamma$, où R_h est le rayon hydraulique, J est la pente de la ligne de charge, C est un paramètre qui traduit la résistance de l'écoulement et dépend de la vitesse moyenne V , de R_h , de la rugosité absolue ε des parois du canal, de la viscosité du liquide et de beaucoup d'autres facteurs, les exposants β et γ ont été estimés par plusieurs auteurs tel que $\beta = \gamma = 1/2$ selon *Chézy*, $\beta = 2/3$ et $\gamma = 1/2$, selon *Manning* (1891) et *Strickler* (1923) tandis que $C = k = 1/n$.

Une autre relation est celle de *Darcy-Weisbach*, initialement formulée par *Weisbach* (1845) et reprise par *Darcy* (1854) dans ses recherches expérimentales. Cette relation, développée pour les écoulements en conduites, se présente sous la forme $J = fV^2 / (2gD)$, où f est le coefficient de frottement, D est le diamètre de la conduite et g est l'accélération de la pesanteur.

Le calcul du coefficient de frottement f , en régime turbulent rugueux, peut ce faire par application de la formule de *Nikuradse* ($f^{-1/2} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon / D_h}{3,7} \right)$).

L'écoulement uniforme dans le domaine turbulent rugueux est régi par une fonction de cinq paramètres que l'on peut écrire sous la forme : $\varphi(a, Q, J, \varepsilon, w) = 0$, où :

- a est une dimension linéaire quelconque liée à l'écoulement ou au profil géométrique du canal considéré. Cette dimension linéaire peut être à titre d'exemple la profondeur h de l'écoulement, la largeur b d'un canal rectangulaire ou la petite base d'un trapèze, le diamètre D d'une conduite circulaire, ...
- Q est le débit volume.
- J est le gradient de la perte de charge ou la pente de la ligne de charge.
- ε est la rugosité absolue des parois du canal, ou de la conduite.

- W est le paramètre de forme ou rapport d'aspect du profil liquide en écoulement, correspondant à $w = \eta = b/h$, pour le cas du canal rectangulaire ou trapézoïdal, à $w = \xi = h/D$ pour le cas du profil circulaire, ...

Dans cette étude nous nous sommes intéressés à la catégorie du problème la plus rencontrée dans la pratique. Cette catégorie répond à un besoin de dimensionnement et consiste à rechercher la dimension linéaire a , à partir des valeurs connues des quatre autres paramètres régissant l'écoulement uniforme dans le domaine turbulent rugueux. La relation fonctionnelle R devient :

$$a = \varphi_a(Q, J, \varepsilon, w) \cdot$$

En conduites circulaires la dimension linéaire recherchée est le diamètre D ou la profondeur h , la fonction R_a devient donc $D = \varphi_D(Q, J, \varepsilon, \xi)$, avec $R = h/D$ est le paramètre de forme du profil circulaire. Et dans les canaux rectangulaires la dimension linéaire recherchée est la profondeur de l'écoulement h ou la largeur du canal b , la fonction R_a devient alors $h = \varphi_h(Q, J, \varepsilon, \eta)$, avec $\square = h/b$ est le paramètre de forme du profil rectangulaire.

L'objectif principal de cette étude est d'aboutir à une relation théorique destinée plus particulièrement au calcul de l'écoulement uniforme à surface libre ou en charge dans les conduites circulaires et pour le régime d'écoulement turbulent rugueux qui demeure, selon plusieurs auteurs, l'écoulement le plus répandu dans la pratique. Il s'agit en fait d'exprimer de manière pratique les relations fonctionnelles R_D et R_h , ceci a été rendu possible par la combinaison des relations de *Darcy - Weisbach* et de *Nikuradse*.

1. Transformation de la relation de *Nikuradse*

La démarche théorique a été d'établir, dans un premier temps, la relation $k - R$ qui lie le coefficient de résistance k de l'écoulement et la rugosité absolue $R \square$ de la conduite. Le développement théorique a nécessité l'introduction de la formule de *Nikuradse* sous une forme modifiée. Le coefficient de frottement selon *Nikuradse* se présente sous une forme logarithmique selon la relation :

$$f^{-1/2} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon/D_h}{3,7} \right) \quad (1)$$

Cette forme logarithmique est remplacée, pour une valeur donnée de la rugosité $R \square$, par une fonction puissance telle que :

$$f^{1/2} = R D_h^n \quad (2)$$

Ainsi, la courbe de *Nikuradse* est remplacée, dans un système d'axes à divisions logarithmiques, par une infinité de droites sécantes équilibrées répondant à l'équation (2).

Cette démarche diffère de manière fondamentale de celle universellement connue de *Strickler*, qui préconise le remplacement de la courbe de *Nikuradse*, dans le même système d'axes à divisions logarithmiques, par une droite unique de pente $R = 1/6$.

Après plusieurs tentatives d'ajustement, on a montré que la valeur adéquate de l'exposant n n'est plus égale à $1/6$ mais à $0,15$.

Tenant compte de cette transformation, la relation de *Darcy - Weisbach* ($J = fV^2/2gD_h$), mène à écrire que la vitesse moyenne de l'écoulement est telle que :

$$V = k R_h^{0,65} \sqrt{J} \quad (3)$$

R_h et le rayon hydraulique et J est le gradient de la perte de charge.

2. Coefficient de résistance de l'écoulement k

Le coefficient de résistance k répond alors à l'équation :

$$k = \frac{2^{2,8} \sqrt{g}}{D_h^{0,15}} \log \left(\frac{3,7}{\varepsilon / D_h} \right) \quad (4)$$

La relation (4) indique que le coefficient de résistance de l'écoulement k dépend non seulement de la rugosité absolue ε , mais aussi du diamètre hydraulique D_h , ce qui traduit fidèlement l'aspect physique du phénomène. La relation (4) proposée en remplacement des relations $k - \varepsilon$ proposées par la bibliographie et plus particulièrement celle de *Hager* (1987) qui suggère que le coefficient de résistance k dépend exclusivement de la rugosité absolue ε , selon l'équation :

$$\frac{k \varepsilon^{1/6}}{8,2 \sqrt{g}} = 1 \quad (5)$$

Le tracé de la relation (4), dans un système d'axes à divisions cartésiennes, montre que le coefficient de résistance k présente un maximum qui dépend exclusivement de la valeur de la rugosité absolue ε , en vertu de la relation :

$$\frac{k_{\max} \varepsilon^{0,15}}{9,026 \sqrt{g}} = 1 \quad (6)$$

Pour la valeur k_{\max} , la rugosité relative est elle que :

$$\varepsilon / D_h = 4,673 \cdot 10^{-3} \quad (7)$$

3. Relations générales de l'écoulement uniforme en régime turbulent rugueux

Dans un second temps, le développement théorique proposé a abouti à une relation destinée au calcul de l'écoulement uniforme en régime turbulent rugueux. Etant donné l'intérêt accordé aux conduites circulaires et aux canaux rectangulaires, ce calcul se rapporte essentiellement à la détermination du diamètre de la conduite et de la profondeur de l'écoulement dans un canal rectangulaire.

3.1. Périmètre mouillé P et Aire de la section mouillée A

Avant de procéder à l'établissement de l'équation de l'écoulement uniforme en régime turbulent rugueux, il faut énoncer que tout périmètre mouillé d'un profil quelconque peut être lié à toute dimension linéaire a de ce même profil par la relation (*Gali*, 2002 ; *Achour*, *Bedjaoui*, *Debabeche* et *Khattaoui*, 2002) :

$$P = a P_1 \quad (8)$$

Le paramètre P_1 représente le périmètre mouillé lorsque la dimension linéaire a est égale à l'unité.

De même, l'aire de la section mouillée A d'un profil quelconque peut s'écrire :

$$A = a^2 A_1 \quad (9)$$

Le paramètre A_1 représente l'aire de la section mouillée du segment circulaire lorsque la dimension linéaire a est égale à l'unité.

3.2. Dimension linéaire

Tenant compte des relations (8) et (9), et en écrivant que $V = Q/A$ et $R_h = A/P$, la relation (3) peut être aisément modifiée et mène à écrire que la dimension linéaire a est :

$$a = \left[\frac{Q}{k\sqrt{J}} \right]^{2,65} \frac{P_1^{0,245}}{A_1^{0,623}} \quad (10)$$

Le coefficient de résistance k est défini par la relation (4).

Il apparaît ainsi que la dimension linéaire a , en régime d'écoulement turbulent rugueux, est une fonction :

- du débit volume Q
- du coefficient de résistance k
- du gradient de la perte de charge J
- du paramètre de forme dont dépendent P_1 et A_1

La relation fondamentale (10) indique que le paramètre composé $(Q/kJ^{1/2})^{1/2,65}$ a la dimension d'une longueur puisque P_1 et A_1 sont adimensionnels. Elle indique également que la dimension linéaire a , en régime turbulent rugueux, est le produit de deux paramètres composés que nous pouvons noter :

$$\Lambda = \left[\frac{Q}{k\sqrt{J}} \right]^{2,65} \quad (11)$$

$$a_0 = \frac{P_1^{0,245}}{A_1^{0,623}} \quad (12)$$

La relation (10) s'écrit donc plus simplement :

$$a = \mathbf{r} a_0 \quad (13)$$

La relation (13) est applicable à tout profil géométrique véhiculant un écoulement en régime turbulent rugueux puisque l'effet des forces dues à la viscosité est lissé hors considération.

3.3. Conductivité et longueur fluïdo-dynamique

En combinant les relations (4) et (11), la relation générale permettant la détermination de la longueur fluïdo-dynamique \mathbf{r} s'écrit :

$$\frac{Q}{\sqrt{J}} = \frac{2^{2,8} \sqrt{g}}{D_{h0}^{0,15}} \Lambda^{5/2} \log \left(3,7 D_{h0} \frac{\Lambda}{\varepsilon} \right) \quad (14)$$

Sachant que, selon la relation (13), le diamètre hydraulique peut s'écrire :

$$D_h = \mathbf{r} D_{h0} \quad (15)$$

Il est à noter que la relation (14) s'applique à tous les profils géométriques lorsque l'écoulement est en régime turbulent rugueux.

En ce qui concerne le paramètre sans dimension D_{h0} , celui-ci peut être défini en écrivant d'une part que $D_h = 4A/P = 4a^2 A_1 / (aP_1) = 4aA_1/P_1 = 4 \mathbf{r} a_0 A_1 / P_1$ et par identification d'autre part à la relation (15) qui permet alors d'écrire :

$$D_{h0} = 4a_0A_1/P_1 \quad (16)$$

Ou bien :

$$D_{h0} = 4 \left(\frac{\sqrt{A_1}}{P_1} \right)^{0,755} \quad (17)$$

La relation (17) s'applique à tous les profils géométriques et D_{h0} ne dépend que du paramètre de forme du profil liquide.

Lorsqu'il s'agit de répondre à un besoin de dimensionnement, ce qui revient à évaluer la dimension linéaire d'un profil liquide quelconque d'un écoulement en régime turbulent rugueux, la relation (14) peut être utilisée en se basant sur un procédé itératif.

A partir des valeurs connues du débit volume Q , du gradient de la perte de charge J et de la rugosité absolue r , la relation (14) donne la valeur du paramètre r . Compte tenu de la relation (13) pour laquelle a_0 est déterminé par la relation (12), la dimension linéaire recherchée est alors déduite. Cette dimension linéaire, comme nous l'avons mentionné plus haut, peut être le diamètre D d'une conduite circulaire, la profondeur h de l'écoulement ou la largeur b d'un canal de forme géométrique quelconque.

La méthode proposée ci-dessus, représente un outil de calcul général d'un écoulement uniforme dans le domaine turbulent rugueux, cette méthode est extensible à toute nature de profils géométriques connus et s'applique en toute zone géographique, sans exception.

4. Cas de la conduite circulaire en charge et à surface libre

Cette partie de l'étude vise à appliquer la méthode proposée ci-dessus, au cas de la conduite circulaire en charge et à surface libre.

Considérons une conduite circulaire de diamètre $a = D$ et partiellement occupée par un écoulement de profondeur h , tel qu'il est représenté sur la figure 1.

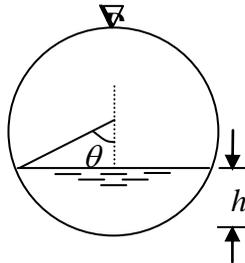


Figure 1 : Schéma de définition de l'écoulement uniforme dans une conduite circulaire partiellement occupée.

Le périmètre mouillé, c'est-à-dire le périmètre du segment circulaire, s'écrit, en considérant le demi angle au centre r :

$$P = D r \quad (18)$$

Le demi angle au centre \mathbf{r} est tel que : $\mathbf{r} = \cos^{-1}(1-2\mathbf{r})$, ou $\mathbf{r} = h/d$. Le paramètre \mathbf{r} est désigné par "paramètre de forme du segment circulaire". Le périmètre P s'écrit donc, en vertu de la relation (18) :

$$P = D \cos^{-1}(1-2\mathbf{r}) \quad (19)$$

Etant donné que la dimension linéaire est $a = D$, le paramètre P_1 est, en vertu de la relation (8) :

$$P_1 = \mathbf{r} = \cos^{-1}(1-2\mathbf{r}) \quad (20)$$

Le paramètre P_1 ne dépend que du paramètre de forme \mathbf{r} . Lorsque la conduite circulaire est entièrement occupée par l'écoulement et correspondant à $\mathbf{r} = 1$, le paramètre P_1 est égal à \mathbf{r} .

L'aire de la section mouillée du segment circulaire est, en vertu de la figure 1 :

$$A = \frac{D^2}{4} (\theta - \sin \theta \cos \theta) \quad (21)$$

Il apparaît donc clairement, en vertu de la relation (9), que le paramètre A_1 ne dépend que du paramètre de forme \mathbf{r} et répond à l'équation :

$$A_1 = (\theta - \sin \theta \cos \theta) / 4 \quad (22)$$

Lorsque la conduite circulaire est entièrement occupée par l'écoulement et correspondant à $\mathbf{r}=1$ (ou à $\mathbf{r} = \mathbf{r}$), le paramètre A_1 est égale à $\mathbf{r}/4$.

Le diamètre de la conduite circulaire s'écrit, en vertu de la relation (13) :

$$D = \mathbf{r} D_0 \quad (23)$$

Le paramètre sans dimension D_0 s'écrit en vertu de la relation (12) :

$$D_0 = 2,371 \frac{\theta^{0,245}}{(\theta - \sin \theta \cos \theta)^{0,623}} \quad (24)$$

Le paramètre sans dimension D_{h0} peut s'écrire en se basant sur la relation (17) :

$$D_{h0} = 2,371 \left(\frac{\sqrt{\theta - \sin \theta \cos \theta}}{\theta} \right)^{0,755} \quad (25)$$

Remplaçant la relation du paramètre de dimension du diamètre hydraulique D_{h0} dans la relation générale (14), la conductivité de la conduite circulaire s'écrit :

$$\frac{Q}{\sqrt{J}} = 6,119 \sqrt{g} \left(\frac{\theta}{\sqrt{\theta - \sin \theta \cos \theta}} \right)^{0,113} \Lambda^{5/2} \log \left[8,771 \left(\frac{\sqrt{\theta - \sin \theta \cos \theta}}{\theta} \right)^{0,755} \frac{\Lambda}{\varepsilon} \right] \quad (26)$$

Ou bien en termes adimensionnels :

$$\frac{Q}{\sqrt{gJ\varepsilon^5}} = 6,119 \left(\frac{\theta}{\sqrt{\theta - \sin \theta \cos \theta}} \right)^{0,113} \left(\frac{\Lambda}{\varepsilon} \right)^{5/2} \log \left[8,771 \left(\frac{\sqrt{\theta - \sin \theta \cos \theta}}{\theta} \right)^{0,755} \frac{\Lambda}{\varepsilon} \right] \quad (27)$$

Lorsque la conduite est entièrement occupée par l'écoulement, correspondant à $P_1 = \mathbf{r}$ et à $A_1 = \mathbf{r}/4$, le paramètre D_0 est selon la relation (24), $D_0 = \mathbf{r}^{0,245} / (\mathbf{r}/4)^{0,623} = 1,539$. Et le paramètre sans dimension D_{h0} prend la valeur constante $D_{h0} = D_0 = 1,539$ selon la relation (25). Pour ce

cas particulier, la conductivité de la conduite s'exprime à partir de la relation (26) :

$$\frac{Q}{\sqrt{J}} = 6,528 \sqrt{g} \Lambda^{5/2} \log\left(5,695 \frac{\Lambda}{\varepsilon}\right) \quad (28)$$

Ou bien en termes adimensionnels :

$$\frac{Q}{\sqrt{gJ\varepsilon^5}} = 6,528 \left(\frac{\Lambda}{\varepsilon}\right)^{5/2} \log\left(5,695 \frac{\Lambda}{\varepsilon}\right) \quad (29)$$

Lorsqu'il s'agit de répondre à un besoin de dimensionnement, ce qui revient à évaluer le diamètre D de la conduite circulaire entièrement occupée par l'écoulement en régime turbulent rugueux, la relation (29) peut être utilisée en se basant sur un procédé itératif.

A partir des valeurs connues du débit volume Q , du gradient de la perte de charge J et de la rugosité absolue ε , la relation (29) donne la valeur du paramètre Λ . Compte tenu de la relation (23) pour laquelle $D_0=1,539$, le diamètre recherché de la conduite est alors déduit.

Cependant, les relations (28) et (29) sont implicites vis-à-vis du paramètre Λ , c'est pour cela qu'on a proposé de les remplacer par une excellente relation approchée qui occasionne une erreur relative maximale de 1,3 % sur le calcul de Λ :

$$\frac{\Lambda}{\varepsilon} = 0,4115 \left[\frac{Q}{\sqrt{gJ\varepsilon^5}} \right]^{0,3814} \quad (30)$$

La relation (30) est applicable à la conduite circulaire entièrement occupée par un écoulement en régime turbulent rugueux et pour $\Lambda \geq \Lambda_{\min} \approx 50$; cette dernière valeur constitue largement une valeur pratique minimale.

Application

Afin de montrer la fiabilité et la simplicité du calcul, l'exemple suivant est proposé : *Soit à déterminer, sous un gradient de perte de charge $J=9.10^{-3}$, le diamètre D d'une conduite circulaire entièrement occupée par un écoulement d'eau de débit $Q = 400$ l/s. La rugosité absolue de la paroi est $\varepsilon = 0,75$ mm et l'accélération de la pesanteur $g=9,81$ m/s².*

Solution

L'application de la relation (23) permet le calcul du diamètre de la conduite circulaire D .

Dans le cas de la conduite circulaire pleine on a : $D_0 = D_{h0} = 1,539$.

En utilisant un procédé itératif, la longueur fluïdo-dynamique Λ est calculée par la relation implicite (28), soit $\Lambda = 0,326$ m et par suite $D = \Lambda D_0 = 0,502$ m.

Lorsque la relation explicite (30) est appliquée, nous procédons comme suit : posons $\varphi = Q / \sqrt{gJ\varepsilon^5}$:

- Le paramètre sans dimension κ est :

$$\varphi = \frac{0,4}{\sqrt{9,81 \cdot 0,009 \cdot 0,00075^5}}$$

$$= 87387852$$

- Calculons le nombre $\frac{\Lambda}{\varepsilon}$ par la relation (30) :

$$\frac{\Lambda}{\varepsilon} = 0,4115 \varphi^{0,3814} = 0,4115 \cdot 87387852^{0,3814} = 439,78 \cdot$$

La relation (30) est applicable pour $\Lambda/\varepsilon \geq 50$.

$$\frac{\Lambda}{\varepsilon} = 439,78 > 50 \rightarrow \text{condition vérifiée.}$$

- Calculons la valeur de Λ : $\Lambda = 439,78 \varepsilon = 439,78 \cdot 0,00075 = 0,3298 \text{ m.}$

L'écart relatif entre Λ calculée par la relation implicite (28) et celle calculée par la relation explicite (30) est : $\frac{\Delta\Lambda}{\Lambda} = 1,12\%$, cet écart est inférieur à l'écart relatif maximal (1,3%).

- Le diamètre D est évalué par la relation (23) : $D = \Lambda D_0 = 0,3298 \cdot 1,539 = 0,508 \text{ m.}$

5. Cas du canal rectangulaire

Pour le canal rectangulaire de profondeur $a = h$ ou de largeur $a = b$, occupé par un écoulement uniforme tel qu'il est représenté sur la figure 2.

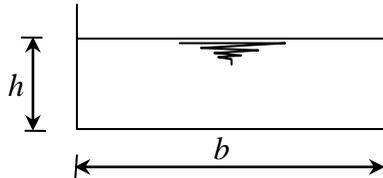


Figure 2 : Schéma de définition de l'écoulement uniforme dans un canal rectangulaire.

Le périmètre mouillé s'écrit :

$$P = b + 2h \quad (31)$$

Considérons dans un premier temps que la dimension linéaire est : $a = h$ la relation (31) peut s'écrire comme suit :

$$P = h \left(\frac{b}{h} + 2 \right) \quad (32)$$

Le terme b/h représente l'inverse du paramètre de forme du profil rectangulaire r , d'où :

$$P = h(\eta^{-1} + 2) \quad (33)$$

Le paramètre P_1 est, en vertu de la relation (8) :

$$P_1 = \eta^{-1} + 2 \quad (34)$$

Ainsi, le paramètre P_1 dépend exclusivement du paramètre de forme \mathfrak{r} .

L'aire de la section mouillée du profil rectangulaire s'écrit, en vertu de la figure (2) :

$$A = bh \tag{35}$$

Ou bien :

$$A = h^2 \left(\frac{b}{h} \right) = h^2 \eta^{-1} \tag{36}$$

Il apparaît donc clairement, en vertu de la relation (9), que le paramètre A_1 ne dépend que du paramètre de forme \mathfrak{r} et répond à l'équation :

$$A_1 = \eta^{-1} \tag{37}$$

Considérons dans un second temps que la dimension linéaire est $a = b$, la relation (31) peut s'écrire comme suit :

$$P = b \left(1 + 2 \frac{h}{b} \right) \tag{38}$$

Puisque le terme h/b représente le paramètre de forme du profil rectangulaire \mathfrak{r} , alors la relation (38) s'écrit :

$$P = b(1 + 2\eta) \tag{39}$$

Le paramètre P_1 est, en vertu de la relation (8) :

$$P_1 = 1 + 2\eta \tag{40}$$

Nous pouvons encore constater que le paramètre P_1 ne dépend que du paramètre de forme \mathfrak{r} .

Pour $a = b$, la relation (35) peut s'écrire :

$$A = b^2 \left(\frac{h}{b} \right)^2 = b^2 \eta \tag{41}$$

Ainsi, en vertu de la relation (9), le paramètre A_1 dépend exclusivement du paramètre de forme \mathfrak{r} selon la relation :

$$A_1 = \eta \tag{42}$$

Tenant compte de la relation (13), la dimension linéaire pour le cas du canal rectangulaire s'écrit :

$$h = \mathfrak{r}h_0 \text{ ou } b = \mathfrak{r}b_0 \tag{43}$$

Si la dimension linéaire recherchée est la profondeur de l'écoulement h , soit $a=h$, alors $a_0=h_0$. Ce dernier paramètre s'exprime, en vertu de la relation (12) :

$$h_0 = (\eta^{-1} + 2)^{0,245} \eta^{0,623} \tag{44}$$

Si $a=b$, soit $a_0=b_0$, alors nous pouvons écrire, en vertu de la relation (12), que :

$$b_0 = \frac{(1 + 2\eta)^{0,245}}{\eta^{0,623}} \tag{45}$$

Pour le cas du canal rectangulaire et en vertu des relations (34) et (37) exprimant les paramètres P_1 et A_1 en fonction du paramètre de forme \mathfrak{r} pour $a = h$ et aussi en vertu des relations (40) et (42) pour $a = b$, le paramètre sans dimension D_{h_0} s'écrit :

$$D_{h0} = \frac{4}{\left[\eta^{1/2}(\eta^{-1} + 2)\right]^{0,755}} \quad \text{si } a = h \quad (46)$$

$$D_{h0} = 4 \left(\frac{\eta^{1/2}}{1 + 2\eta} \right)^{0,755} \quad \text{si } a = b \quad (47)$$

Pour ces deux cas, la conductivité du canal s'exprime à partir de la relation (14) :

$$\frac{Q}{\sqrt{J}} = 2^{2,5} \sqrt{g} \left[\eta^{1/2}(\eta^{-1} + 2) \right]^{0,113} \Lambda^{5/2} \log \left(\frac{14,8}{\left[\eta^{1/2}(\eta^{-1} + 2) \right]^{0,755}} \frac{\Lambda}{\varepsilon} \right) \quad \text{si } a = h \quad (48)$$

Ou bien, en termes adimensionnels :

$$\frac{Q}{\sqrt{gJ\varepsilon^5}} = 2^{2,5} \left[\eta^{1/2}(\eta^{-1} + 2) \right]^{0,113} \left(\frac{\Lambda}{\varepsilon} \right)^{5/2} \log \left(\frac{14,8}{\left[\eta^{1/2}(\eta^{-1} + 2) \right]^{0,755}} \frac{\Lambda}{\varepsilon} \right) \quad \text{si } a = h \quad (49)$$

Et :

$$\frac{Q}{\sqrt{J}} = 2^{2,5} \sqrt{g} \left(\frac{1 + 2\eta}{\eta^{1/2}} \right)^{0,113} \Lambda^{5/2} \log \left[14,8 \left(\frac{\eta^{1/2}}{1 + 2\eta} \right)^{0,755} \frac{\Lambda}{\varepsilon} \right] \quad \text{si } a = b \quad (50)$$

Ou bien :

$$\frac{Q}{\sqrt{gJ\varepsilon^5}} = 2^{2,5} \left(\frac{1 + 2\eta}{\eta^{1/2}} \right)^{0,113} \left(\frac{\Lambda}{\varepsilon} \right)^{5/2} \log \left[14,8 \left(\frac{\eta^{1/2}}{1 + 2\eta} \right)^{0,755} \frac{\Lambda}{\varepsilon} \right] \quad \text{si } a = b \quad (51)$$

Lorsqu'il s'agit de répondre à un besoin de dimensionnement, ce qui revient à évaluer la profondeur h de l'écoulement en régime turbulent rugueux évoluant dans un canal de section droite rectangulaire ou sa largeur b , les relations (48) et (50) peuvent être utilisées en se basant sur un procédé itératif.

A partir des valeurs connues du débit volume Q , de la pente géométrique du canal J , de la rugosité absolue ε et du paramètre de forme \mathfrak{r} , les relations (48) et (50) donnent la valeur du paramètre \mathfrak{r} . Compte tenu de la relation (43), la profondeur de l'écoulement recherchée et la largeur de du canal sont alors déduites.

En outre, on peut tirer la largeur du canal à partir de la relation exprimant le paramètre de forme $\mathfrak{r} = h/b$ et par conséquent $b = h/\mathfrak{r}$

Conditions optimales

Le paramètre de dimension P_0 du périmètre mouillé P s'écrit, en vertu de la relation (12) :

$$P_0 = \alpha_0 P_1 = \left(\frac{P_1}{\sqrt{A_1}} \right)^{1,245} \quad (52)$$

D'où :

$$P_0 = \left[\eta^{1/2}(\eta^{-1} + 2) \right]^{1,245} \quad \text{si } a = h \quad (53)$$

$$P_0 = \left(\frac{1 + 2\eta}{\eta^{1/2}} \right)^{1,245} \quad \text{si } a = b \quad (54)$$

L'étude des relations (53) et (54) montre que le paramètre de dimension P_0 présente un minimum pour une valeur optimale du paramètre de forme κ égale à 0,5. Cette dernière valeur a été obtenue aisément en égalant à zéro la dérivée de la relation (53) ou (54) par rapport à κ .

Pour ce cas particulier ($\kappa=0,5$), la conductivité s'exprime, en vertu des relations (49) et (51) :

$$\frac{Q}{\sqrt{gJ\varepsilon^5}} = 6,363 \left(\frac{\Lambda}{\varepsilon} \right)^{5/2} \log \left(6,753 \frac{\Lambda}{\varepsilon} \right) \quad (55)$$

Cependant, la relation (55) est implicite vis-à-vis du paramètre κ afin de lever cette difficulté, nous proposons la relation approchée suivante qui occasionne une erreur relative maximale de 1,002 % :

$$\frac{\Lambda}{\varepsilon} = 0,3974 \left[\frac{Q}{\sqrt{gJ\varepsilon^5}} \right]^{0,3831} \quad (56)$$

La relation (52) est applicable au canal rectangulaire pour un paramètre de forme optimal $\kappa=0,5$, occupé par un écoulement uniforme en régime turbulent rugueux et pour $\kappa \geq 100$; cette dernière valeur constitue largement une valeur pratique minimale.

Application

Soit à déterminer, sous un gradient de perte de charge $J = 9 \cdot 10^{-3}$, la profondeur h de l'écoulement, ainsi que la largeur b d'un canal rectangulaire, sachant que le débit volume $Q = 400$ l/s. La rugosité absolue des parois de ce canal est $\varepsilon = 0,75$ mm, le paramètre de forme $\kappa = h/b = 0,5$ et l'accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{m/s}^2$.

Solution

L'application de la relation (43), $hb = \kappa h_0$ ou $bb = \kappa b_0$, permet le calcul des dimensions du canal h et b .

- Le paramètre h_0 est donné par la relation (44) :
 $h_0 = (\eta^{-1} + 2)^{0,245} \eta^{0,623} = 0,913$.

- Le paramètre b_0 est donné par la relation (45) :
 $b_0 = \frac{(1 + 2\eta)^{0,245}}{\eta^{0,623}}$

= 1,825.

On calcule le paramètre φ/κ par la relation explicite (56), en posant :

$$\varphi = Q / \sqrt{gJ\varepsilon^5}$$

- Le paramètre sans dimension κ est :

$$\varphi = \frac{0,4}{\sqrt{9,81 \cdot 0,009 \cdot 0,00075^5}} = 87387852$$

- Calculons le paramètre :

$$\frac{\Lambda}{\varepsilon} : \frac{\Lambda}{\varepsilon} = 0,3974 \varphi^{0,3831} = 0,3974 \cdot 87387852^{0,3831} = 438,12.$$

La relation (56) est applicable pour $\Lambda/\varepsilon \geq 100$.

$$\frac{\Lambda}{\varepsilon} = 438,12 > 100 \rightarrow \text{condition vérifiée.}$$

- Calculons la valeur de Λ :

$$\Lambda = 438,12\varepsilon = 438,12 \cdot 0,00075 = 0,33 \text{ m.}$$

$$\text{La profondeur } h : h = \Lambda h_0 = 0,33 \cdot 0,913 = 0,3 \text{ m.}$$

$$\text{La largeur } b : b = \Lambda b_0 = 0,33 \cdot 1,825 = 0,6 \text{ m.}$$

$$r = h/b = 0,3/0,6 = 0,5 \text{ vérifiée.}$$

L'objectif principal de l'étude a été de proposer, par une approche nouvelle, un développement théorique au calcul de l'écoulement uniforme. Ce développement s'est intéressé exclusivement au domaine d'écoulement turbulent rugueux qui demeure selon plusieurs auteurs l'écoulement le plus répandu dans la pratique.

L'étude théorique a abouti à l'établissement de la relation (3), exprimant la vitesse moyenne de l'écoulement. La relation obtenue pouvait, par sa forme, se rapprocher de celle proposée par *Strickler*. Cependant, une différence notable a été observée dans l'expression du coefficient de résistance de l'écoulement qui, selon *Strickler*, prend une valeur unique pour un canal donné. Or, le développement théorique (relation 4) a montré que le coefficient de résistance dépendait à la fois de la rugosité absolue des parois du canal ainsi que du diamètre hydraulique de l'écoulement. Ce résultat paraît physiquement justifié, puisque le coefficient de résistance devrait varier non seulement en fonction de la nature de la paroi du canal, mais aussi et surtout en fonction de la profondeur de l'écoulement.

Ainsi, le développement théorique a pu mener à l'établissement de la relation (14) liant quatre paramètres composés, qui sont : la conductivité $Q/J^{1/2}$, la rugosité absolue r , le paramètre de dimension D_{h0} dépendant du paramètre de forme de l'écoulement et la longueur Λ .

L'étude a montré que la relation (14) pouvait servir à évaluer la dimension linéaire a d'un profil liquide quelconque. La relation (14) est donc destinée à répondre à un besoin de dimensionnement.

L'application de la méthode proposée au profil circulaire a mené à l'établissement de la relation (26). L'étude a montré que cette relation pouvait servir à évaluer le diamètre de conduites à surface libre ou en charge, à partir de la valeur généralement connue de la conductivité. Pour le cas particulier de la conduite entièrement occupée par l'écoulement, nous avons abouti à la relation (28) exprimant la conductivité en fonction de la longueur fluïfo-dynamique et de la rugosité absolue. Le caractère implicite de la relation obtenue a conduit, par un ajustement adéquat, à la remplacer par une équation simplifiée et pratique.

Nous avons poursuivi notre étude pour aboutir aux relations (48) et (50) pour le cas du canal rectangulaire ; ces relations expriment la conductivité du canal. L'étude de la relation (52) a mené à conclure que le canal rectangulaire présente une section économique pour un paramètre de forme optimale r égal à 0,5. Pour cette section

économique, nous avons établi la relation (55) permettant l'évaluation de la longueur κ . Comme pour le cas de la conduite circulaire en charge, le caractère implicite de la relation obtenue a conduit, par un ajustement adéquat, à la remplacer par une équation simplifiée et pratique.

Références bibliographiques

ACHOUR B., BEDJAOUI A., KHATTAOUI M., DEBABECHE M., (2002) : Contribution au calcul des écoulements uniformes à surface libre et en charge. LARHYSS Journal, Biskra, N° 01, pp. 7-36.

CHOW V.T., (1973) : Open Channel Hydraulics. McGraw Hill Book Company, New York.

DARCY H., (1854) : Sur des recherches expérimentales relatives au mouvement des eaux dans les tuyaux. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, Vol.38, pp. 1109-1121, Paris.

GALI B., (2002) : Contribution à l'étude de l'écoulement uniforme, à surface libre et en charge. Thèse de Magister en sciences hydrauliques, Université de Batna.

HAGER W.H., (1987) : Die Berechnung turbulenter Rohrströmungen. 3R-International, Vol. 26, Heft 2, pp. 116-121.

HAMA F.R., (1954) : Boundary Layer growth characteristics for smooth and rough surfaces. Transactions, Society of Naval Architects and Marine Engineers, Vol. 62, pp. 333-351.

IWASA Y., (1957) : Boundary layer growth of open channel flows on a smooth bed and its contribution to practical application to channel design. Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyoto University, Japan, Vol. XIX, N° III, pp. 229-254.

KEULEGAN H.G., (1938) : Laws of turbulent flow in open channels. Research Paper RP 1151, Journal of Research, U.S. National Bureau of Standards, Vol. 21, pp. 707- 741.

MANNING R., (1891) : On the flow of water in open channels and pipes. Transactions, Institution of Civil Engineers of Ireland, Vol. 20, pp. 161-207, Dublin.

MORRIS H.M., (1957) : A new concept of flow in rough conduits. Transactions, American Society of Civil Engineers, Vol. 120, pp. 373-398.

PRANDTL L., (1926) : Über die ausgebildete Turbulenz. Proceedings of the 2d International Congress of Applied Mechanics, Zürich, pp. 62-74.

SCHLICHTING H., (1955) : Bondary Layer Theory. McGraw Hill Book Company, New York, Pergamon Press Ltd., London.

STRICKLER A., (1923) : Beiträge zur Frage der Geschwindigkeitsformel und der Rauigkeitszahlen für Ströme, Kanäle und geschlossene Leitungen, Mitteilungen des eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft, N°16, Bern.

WEISBACH J., (1845) : Lehrbuch der Ingenieur und Maschinenmechanik. Brunswick, Germany.

Principales notations

a	(m)	Dimension linéaire.
A	(m ²)	Aire d'une section mouillée.
A_1	(-)	Aire de la section mouillée pour a égal à l'unité ($A_1 = A/a^2$).
b	(m)	Largeur du canal rectangulaire.
C	(m ^{1/2} /s)	Coefficient de <i>Chézy</i> .
D	(m)	Diamètre d'une conduite.
D_h	(m)	Diamètre hydraulique.
D_{h0}	(m)	Paramètre de dimension du diamètre hydraulique.
f	(-)	Coefficient de frottement.
g	(m/s ²)	Accélération de la pesanteur.
h	(m)	Profondeur de l'écoulement.
J	(-)	Gradient de la perte de charge.
k	(m ^{1/3} /s)	Coefficient de résistance de l'écoulement selon <i>Strickler</i> .
n	(m ^{-1/3} /s)	Coefficient de rugosité de <i>Manning</i> et de <i>Kutter</i> .
P	(m)	Périmètre mouillé.
P_0	(-)	Paramètre de dimension du périmètre mouillé.
P_1	(-)	Périmètre mouillé pour a égal à l'unité ($P_1 = P/a$).
Q	(m ³ /s)	Débit volume.
R_h	(m)	Rayon hydraulique.
R_{h0}	(-)	Paramètre de dimension du rayon hydraulique.
V	(m/s)	Vitesse moyenne d'un écoulement.
\square	(m)	Rugosité absolue.
\square	(m)	Longueur fluïdo-dynamique.
$\square \square \square - \square$		Paramètre de forme du profil rectangulaire.
\square	(rd)	Demi angle au centre du profil circulaire.
\square	(-)	Paramètre de forme d'un segment circulaire ($\xi = h/D$).

**SERRE SOLAIRE DE DESSALEMENT DE L'EAU SAUMATRE PAR
LA TECHNIQUE DE L'HUMIDIFICATION ET LA
DESHUMIDIFICATION D'AIR POUR LES REGIONS ARIDES**

Mahmoudia H., Hamouba A. & Spahisa N.

Faculté des Sciences et Sciences de l'Ingénieur. Université Hassiba Ben Bouali de Chlef, Algérie

Laboratoire d'Etudes des Sciences des Matériaux & de l'Environnement. Département de Physique, Faculté des Sciences. Université d'Oran, Es-Sénia, Algérie

RESUME

Le processus d'humidification et de déshumidification (HD) est une technique intéressante adaptée pour le dessalement de l'eau à des fins agricoles, quand la demande est décentralisée.

Cette technique présente plusieurs avantages tels que : la flexibilité dans la capacité, l'installation modérée, les frais d'exploitation, la simplicité et la possibilité d'employer la cogénération d'énergie de basse température (solaire, géothermique, etc.).

Bien que les méthodes communes de dessalement, telles que la distillation et l'osmose inverse, soient le sujet de beaucoup d'investigations (données archivées et principe de fonction validés), les études du processus de HD sont limitées à l'échelle du laboratoire, ou aux brevets.

Ce procédé de dessalement combine la production d'eau douce avec la croissance des récoltes dans une serre chaude.

Cette technique est appropriée aux régions arides et semi arides, où les sols sont infectés par les sels et les eaux souterraines sont saumâtres.

Le but de cette communication est de présenter une investigation de la technique ainsi que les différents problèmes rencontrés lors de la mise en marche de la serre.

Mots-clés : *Dessalement, Humidification, Déshumidification, Déshumidificateur, Fuites.*

IMPACT DES PARAMETRES MORPHOLOGIQUES D'UN MEGA-OBSTACLE SUR L'AIRE D'ABRI

Remini B.

Professeur, Département de Génie Rural. Université de Blida, BP 270 route de Soumaa Blida-Algérie. Fax : 213 25 43 11 64, Email : reminib@yahoo.fr

RESUME

La superficie de l'aire d'abri dépend des paramètres spécifiques de l'obstacle. En effet, les aires d'abri formées par les méga obstacles du Sahara et du Sahel diffèrent d'un obstacle à un autre. Par exemple, l'aire d'abri formée par l'ensemble Hoggar -Tassili est sept fois plus vaste que celle formée par le massif du Tibesti, et trois fois plus grande que celle de l'Eglab. Les massifs rocheux jouent dans la formation et le façonnement des ergs. La taille, la forme et la position de l'obstacle, par rapport aux vents dominants, ont une grande influence sur la forme et les dimensions de l'aire d'abri. Les aires de re-circulation dues aux massifs du Sahara et du Sahel ont permis de mettre en évidence une corrélation inversement proportionnelle entre la superficie de l'obstacle et l'aire d'abri (Mainguet M., 1983). Néanmoins, cette corrélation a prouvé que le paramètre superficie n'est pas significatif à lui seul. Le paramètre altitude moyenne l'est également fort peu, puisque des obstacles de même altitude n'ont pas les mêmes influences. Le paramètre front au vent semble plus déterminant, expliquant ainsi les différences de corrélation entre Adrar des Ifoghas - Ader Douchi, Tibesti et Hoggar - Tassili.

Le présent article traite de l'influence des paramètres spécifiques des obstacles topographiques sur la formation de l'aire d'abri, grâce à l'étude des massifs rocheux du Sahara et du Sahel sur la circulation éolienne.

Les résultats obtenus ont montré qu'il existe des corrélations entre l'aire d'abri et les paramètres tels que : la superficie, la forme, l'allongement, l'aplatissement, la face au vent et le front au vent de l'obstacle topographique. L'altitude du massif n'a, par contre, pas d'effet sur l'aire d'abri.

Mots clés : *Aire d'abri - Obstacle topographique - Sahara - Tassili - Paramètres spécifiques*

I. Introduction

Le sillage (appelé aire de re-circulation, ou aire d'abri) est une aire qui se manifeste à l'aval de l'obstacle. Elle est la plus compliquée des aires obtenues par les écoulements de fluide au voisinage d'un obstacle. Le sillage est le siège de mouvements vifs, désordonnés et perturbés du fluide où les vitesses, très variables dans le temps en direction et en grandeur, restent nulles en moyenne. Les frontières du sillage sont essentiellement fluctuantes et mal délimitées, et à travers elles s'effectuent d'importants échanges de matière et d'énergie. Le sillage provoqué par les écoulements autour des piles de pont dans une rivière est le responsable des affouillements qui apparaissent juste à l'aval des piles (Violet P.L. et al., 1998 ; Lencastre A., 1984). Généralement, ces affouillements

prennent des profondeurs préoccupantes et peuvent avoir des répercussions directes sur la stabilité de l'ouvrage.

L'étude de Madère, celle des îles de Tahiti et Moorea, malgré ces reliefs importants, ont fait ressortir l'impact du relief sur les vents (Anonyme, 1994). C'est généralement dans la partie sous le vent du relief que se font sentir les phénomènes les plus préoccupants. Elle est marquée par des cisaillements de vents et les secteurs les plus turbulents qui se propagent à l'aval sur plusieurs dizaines de kilomètres en mer, sous forme de sillage instables. Dans les régions arides, la circulation du vent transporteur du sable autour des méga obstacles produit des aires d'abri de dimensions considérables qui peuvent avoir des conséquences dangereuses sur l'activité humaine (routes, habitations, aérodromes, ...). La détermination des frontières, de la forme et de la longueur maximale du sillage s'avère indispensable.

La superficie de l'aire d'abri dépend des paramètres spécifiques de l'obstacle. En effet, les aires d'abris formées par les méga obstacles du Sahara et du Sahel diffèrent d'un obstacle à un autre. Par exemple, l'aire d'abri formée par l'ensemble Hoggar -Tassili est sept fois plus vaste que celle formée par le massif de Tibesti, et trois fois plus grande que celle des Eglab. Les massifs rocheux jouent dans la formation et le façonnement des ergs. La taille, la forme et la position de l'obstacle par rapport au vent dominant ont une grande influence sur la forme et les dimensions de l'aire d'abri. Les aires de re-circulation dues aux massifs du Sahara et du Sahel ont permis de mettre en évidence une corrélation inversement proportionnelle entre la superficie de l'obstacle et l'aire d'abri (Monique Mainguet, 1983). Néanmoins, cette corrélation a prouvé que le paramètre superficie n'est pas significatif à lui seul. Le paramètre altitude moyenne l'est également fort peu, puisque des obstacles de même altitude n'ont pas les mêmes influences. Le paramètre front au vent semble plus déterminant, expliquant ainsi les différences de corrélation entre Adrar des Ifoghas - Ader Douchi, Tibesti et Hoggar - Tassili.

Nous avons abordé dans cette étude les variations de l'aire d'abri en fonction des paramètres caractéristiques d'un méga obstacle et déterminé des relations entre eux.

II. Paramètres morphologiques

Les paramètres caractéristiques d'un méga obstacle sont les suivants :

- Coefficient de forme (C_f)
- Coefficient caractéristique du dépôt sableux à l'amont de l'obstacle (R)
- Diamètre nominal (D_n)
- Coefficient d'aplatissement d'un obstacle (A_p)
- Module d'allongement (η)
- Indice de dissymétrie de l'obstacle (I_s)

II.1. Coefficient de forme de la surface d'un méga - obstacle (C_f)

La superficie d'un obstacle a une influence sur les ergs (qui se forment au voisinage d'un l'obstacle) et sur l'aire d'abri à l'aval vent. Nous définissons le coefficient de forme de la surface de la base d'un obstacle (C_f) comme étant le rapport entre la surface de la base (S_0) de l'obstacle et la surface du cercle circonscrit ($\pi L^2/4$)

c'est-à-dire :

$$C_f = \frac{S_0}{\pi L^2}$$

II.2. Coefficient du dépôt de sable à l'amont de l'obstacle (R) (Remini B., 2001)

Pour caractériser le volume de l'accumulation du sable à l'amont d'un méga - obstacle, il a été défini un rapport entre le front au vent (e) et la longueur maximale du massif (L), le coefficient de dépôt sableux (R) :

$$R = \frac{e}{L}$$

$0 < R < 1$

Si $\frac{e}{L}$ tend vers 1, le dépôt sableux est considérable à l'amont de l'obstacle.

Si $\frac{e}{L}$ tend vers 0, le dépôt sableux est faible à l'amont de l'obstacle.

Trois cas principaux peuvent apparaître :

II.3. Diamètre nominal (D_n) de la base d'un massif rocheux

Le diamètre nominal d'un obstacle est le diamètre du cercle de même superficie que la base du massif. Partons de la surface d'un cercle de diamètre D_n :

$$S_0 = \frac{\pi D_n^2}{4}, \text{ d'où : } D_n = (4 S / \pi)^{1/2} \text{ avec } C = 4 S / (\pi L^2)$$

$$\text{d'où : } D_n = L \times (C_f)^{1/2}$$

L'allongement de la surface de l'obstacle ralentit la vitesse du vent et par suite augmente le dépôt sableux et le coefficient de forme de la surface reste faible (Remini B. et Mainguet M., 2004).

II.4. Coefficient d'aplatissement d'un obstacle (A_p)

L'aplatissement d'un massif rocheux est un paramètre déterminant de la forme et de la taille de l'aire d'abri qui se forme à l'aval - vent de l'obstacle et surtout de l'accumulation du sable à l'amont du massif. Partant de cette idée, nous avons défini l'aplatissement d'un méga obstacle par le coefficient (Remini B. et Mainguet M., 2004) :

$$A_p = \frac{l}{h}$$

$0 < A_p < \infty$

l : est l'écart maximum entre deux tangentes parallèles et qui sont perpendiculaires aux deux tangentes qui ont déterminé (L), ou bien est la largeur de la superficie de la base du massif (km).
h : hauteur du massif (m).

- Si A_p tend vers 0, le massif est anguleux.

- Si A_p tend vers l'infini, le massif est aplati.

II.5. Coefficient d'allongement (η)

L'allongement de la superficie d'un massif rocheux est un paramètre déterminant qui influe beaucoup sur la forme et la taille de l'erg formé à l'amont vent du massif et aussi sur la superficie de l'aire d'abri qui se forme à l'aval vent du massif.

Nous avons défini l'allongement (η) d'un obstacle par le rapport entre la plus grande longueur et la plus grande largeur de la superficie du massif (Remini B. et Mainguet M., 2004).

$$\eta = \frac{L}{l}$$

$$0 < \eta < \infty$$

- Si le coefficient η tend vers 0, le massif a une forme arrondie.
- Si le coefficient η tend vers ∞ , le massif a une forme très allongée selon une perpendiculaire au vent.

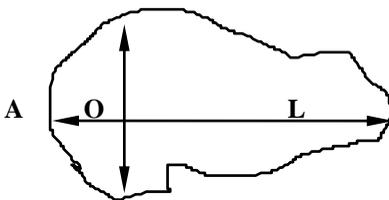
II.6. Coefficient de dissymétrie de l'obstacle (I_s)

La symétrie d'un massif rocheux soumis à des vents transporteurs de sable est un paramètre décisif (surtout lorsque le front au vent coïncide avec la plus grande longueur de la superficie) qui a une influence sur :

- la subdivision du flux en deux branches sensiblement égales ;
- la formation des dunes de forme «sif» dans l'aire de recollement, induite par la rencontre de deux branches égales de vent ;
- les aires de « col » qui ont presque la même forme et la même surface ;
- l'aire d'abri qui prend une forme plus au moins triangulaire ;
- les dunes « sif », majoritaires dans l'aire de recollement.

Dans le cas où le massif a une grande dissymétrie au niveau de sa superficie, il y a un déséquilibre entre les deux branches de vent formées de part et d'autre de l'obstacle, le point de recollement est aussi repoussé vers la partie où la vitesse du vent est la moins forte. Pour les dunes qui sont formées dans l'aire de recollement, il y aura peu de «sif», mais préférentiellement des dunes barkhaniques.

La dissymétrie de l'obstacle est caractérisée par le coefficient :



$$I_s = \frac{AO}{L}$$

$$\frac{1}{2} \leq I_s \leq 1$$

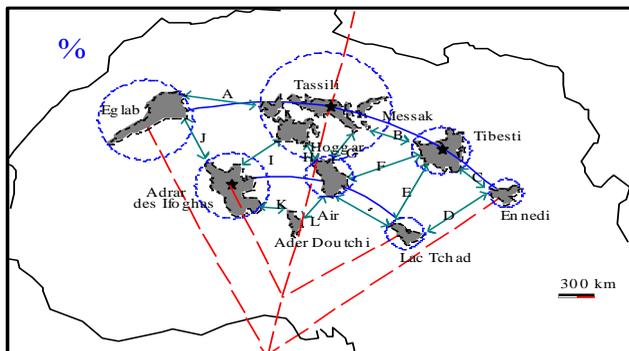
- Quand ce coefficient de dissymétrie (I_s) tend vers 1, la forme de la base du massif est plutôt dissymétrique.

- Quand il tend vers 1/2, la superficie du massif est plutôt symétrique.

III. Application aux méga obstacles du Sahara et du Sahel

Sur la base des images satellitaires et des données géométriques des massifs rocheux du Sahara et du Sahel, nous avons pu évaluer les paramètres morphologiques de méga obstacles (fig.1).

III.1. Coefficient de forme



Nous avons représenté dans le tableau I, les valeurs de « C_f » et de « R » pour les méga - obstacles suivants : Hoggar, Tibesti, Eg lab, Koutous, Djebel Archenu, Adrar Madet, Ennedi (Mainguet M. et Remini B. 2004).

Tableau I. Valeurs de « C_f » et « R »

Massif	« C_f »	« R »
Hoggar	0,07	0,5
Tibesti	0,44	0,61
Eg lab	0,64	1
Koutous	0,78	0,91
Djebel Archou	0,22	0,41
Adrar Madet	0,16	0,93
Ennedi	0,57	-

Il est intéressant de constater que le massif des Koutous se rapproche de la forme circulaire ($C_f = 0,78$), suivi des Eg lab ($C_f = 0,64$). Le front au vent de l'obstacle des Eg lab est exactement la plus grande longueur de la base ($R = 1$), ce qui peut se traduire par un dépôt élevé du sable à l'amont du massif en formant l'erg Erraoui. Nous pouvons dire que plus le front au vent est grand, plus l'aire d'abri augmente et plus les vitesses du vent au niveau des cols deviennent élevées et l'érosion éolienne forte.

Plus la forme de la surface du massif est irrégulière (C_f tend vers 0), plus elle a tendance à freiner le vent et à constituer une perte de charge considérable et par la suite, à favoriser le dépôt sableux à l'amont vent du massif. La superficie des dépôts sableux à l'amont vent de l'obstacle est tributaire de la direction du vent c'est-à-dire du front au vent, ou bien tout simplement de l'indice du dépôt sableux (R). Par contre, si la forme de la base du massif est circulaire (C_f tend vers 1), le dépôt à l'amont vent de l'obstacle est

moindre (diminution de la perte de charge) et la direction du vent n'influence pas le dépôt sableux.

III.2. Coefficient d'aplatissement

En effet, si le coefficient d'aplatissement (A_p) est grand, le massif est plat, la face de l'obstacle face au vent est faible, la déviation du vent transporteur de sable au dessus du massif est grande, l'aire d'abri formée à l'aval vent et le sable accumulé à l'amont - vent de l'obstacle sont de petite superficie. Par contre, dans le cas où le coefficient A_p est faible, l'inverse est observé. Pour avoir une idée de la grandeur de certains obstacles topographiques du Sahara et du Sahel, nous avons représenté sur le tableau 2 les valeurs du coefficient d'aplatissement.

Tableau 2. Coefficient d'aplatissement des massifs

Nom de l'obstacle	Valeur du coefficient A_p
Djbel Archenu	26,6
Adrar Madet	6,15
Koutous	50
Tibesti	250
Ennedi	95
Eglab	500
Hoggar-Tassili	217
Air	180

Il est intéressant de constater que pour le petit massif de l'Adrar Madet, le coefficient d'aplatissement est le plus faible, égal à 6,15 ; ce qui veut dire que cet obstacle est anguleux et élevé. Par contre le massif des Eglab, avec un coefficient d'aplatissement égal à 500, valeur plus grande que les autres massifs, représente un obstacle bas et plat. La composante verticale de la vitesse du vent, en plus des deux subdivisions du courant de part et d'autre du massif, se manifeste beaucoup plus au niveau des Eglab qu'à celui de l'Adrar Madet ; l'aire d'abri est beaucoup plus grande à l'aval vent de l'obstacle des Eglab qu'à l'aval vent de l'Adrar Madet. Le massif de Tibesti peut être classé comme massif plat et bas.

III.3. Coefficient d'allongement

Pour avoir une idée de l'allongement des massifs dans le Sahara et le Sahel, nous avons représenté dans le tableau 3, les valeurs du module d'allongement de ces obstacles.

Tableau 3. Valeurs du module d'allongement

Nom de l'obstacle	Valeur du module η
Djbel Archenou	1,45
Adrar Madet	5,50
Koutous	1,90
Tibesti	1,10
Ennedi	1,20
Eglab	3,00
Hoggar-Tassili	3,00
Air	1,50

Nous constatons que le massif Adrar Madet est plus allongé ($\eta=5,50$), tandis que les massifs du Tibesti et de l'Ennedi le sont plutôt moins ($\eta= 1,10$ et $1,20$) et, plus exactement, qu'ils ont une superficie en forme de triangle équilatéral. L'aire d'abri formée à l'aval vent d'Adrar Madet est relativement plus large que celle formée par le Tibesti ou l'Ennedi.

III.4. Coefficient de dissymétrie

Pour avoir une idée sur la symétrie de quelques massifs répartis dans le Sahara et le Sahel, nous avons représenté sur le tableau 4, le coefficient de dissymétrie de ces obstacles.

Tableau 4. Valeurs de l'indice de dissymétrie

Nom de l'obstacle	Indice de dissymétrie (I_s)
Djbel Archenou	0,51
Adrar Madet	0,57
Koutous	0,74
Tibesti	0,55
Ennedi	0,90
Eglab	0,80
Hoggar-Tassili	0,66
Adrar Ifoghas	0,68
Air	0,71

Il est intéressant de constater que les massifs Djbel Archenou, Adrar Madet et Tibesti ont une forme symétrique et que, par contre, les obstacles Ennedi et les Eglab ont une forme plutôt dissymétrique normale à la direction du vent.

Conclusion

Comme nous venons de le montrer au début de cette étude, les dimensions et la forme de l'aire d'abri, aire dépourvue de sable située juste à l'aval vent de l'obstacle, dépendent surtout de la configuration géométrique et de la position du massif par rapport au vent. En effet, les résultats obtenus ont montré que l'évolution de l'aire d'abri est en nette corrélation avec la superficie, la forme, l'allongement, l'aplatissement du massif, la face au vent et le front au vent. Par contre l'altitude moyenne du massif n'a aucun effet sur la formation de l'aire d'abri.

Bibliographique

- ANONYME**, 1994 : Revue la Météorologie 8^{ème} série, n° 5, mars, pp. 30-36.
ENCASTRE A., 1984 : Manuel d'hydraulique générale. Editions Eyrolles. 411 p.
MAINGUET M., 1985 : Le Sahel, un laboratoire naturel pour l'étude du vent mécanisme principal de la désertification. Proceedings of international workshop on the physics of blown sand, aahus, may, 28-31, n° 8, vol.3, pp. 545-561.
MAINGUET M., COSSUS L., et CHAPELLE A.M., 1980 : Utilisation des images météoat pour préciser les trajectoires éoliennes au sol au Sahara et sur

les marges sahéliennes. Société de photogrammétrie et de télédétection. Bulletin n° 78, février, pp.1-15.

MAINGUET M., 1978 : « The influence of trade winds, local air-masses and topographic obstacles on the aeolian movement of sand particles and the origin and distribution of dunes and ergs in the Sahara and Australia ». *Géoforum*, vol. 9, pp. 17-28.

MAINGUET M., BORDE JM. et CHEMIN M.Ch., 1984 : Sédimentation éolienne au Sahara et sur ses marges. Les images météosat et Landsat, outil pour l'analyse des témoignages géodynamiques du transport éolien au sol. Travaux de l'institut de géographie, n°59-60, pp.15-27.

MAINGUET M. et REMINI B., 2004 : Le rôle des méga-obstacles dans la formation et le façonnement des ergs. *Larhyss journal*, n° 3, juin, pp. 13-23.

MAINGUET M. et CHEMIN M. Ch., 1990 : Le massif du Tibesti dans le système éolien du Sahara. Réflexion sur la genèse du lac Tchad. *Berliner Geographische Studien*, n°30, pp. 261-276.

MAINGUET M., COSSUS L., et CHAPELLE A.M., 1980 : Utilisation des images Métosat pour préciser les trajectoires éoliennes au sol au Sahara et sur les marges sahéliennes. Société de photogrammétrie et de télédétection. Bulletin n° 78, février, pp.1-15.

MAINGUET M., CHEMIN M. Ch. et BORDE J.M., (1983) : Etude du rôle des obstacles topographiques dans la circulation éolienne d'après les images satellites et les photographies aériennes de l'échelle continentale à celle de la butte témoin. *Méditerranée Télédétection III*, pp.11-19.

REMINI B., 2001 : Doctorat de l'université de Reims Champagne - Ardenne en Lettres et Sciences humaines - Option Géographie (Mention : très Honorable). Université de Reims, juin.

REMINI B. et MAINGUET M., 2004 : Les paramètres morphologiques des méga-obstacles. *Journal de l'eau et de l'environnement (Algérie)*, n° 4, juin, pp. 49-58.

VIOLET P.L, CHABART J.P., ESPOSITO P. et LAURENCE D., 1998 : Mécaniques des fluides appliqués - Ecoulements incompressibles dans les circuits, canaux et rivières autour des structures et dans l'environnement. Editions Presses de l'école nationale des ponts et chaussée.

VALORISATION EN AGRICULTURE DES EAUX USEES ET DES BOUES ISSUES D'UNE STATION D'EPURATION

Ouanouki B. & Meddour H.

Institut national d'agronomie - Hacem Badi (ex. Belfort) El Harrach - Alger
ouanouki@yahoo.fr

RESUME

Un grand nombre de pays du bassin méditerranéen accusent un déficit hydrique très inquiétant du fait des limites des ressources hydriques associées à une mobilisation déficiente.

La dotation annuelle d'un pays comme l'Algérie est de 450 m³/an (comparé au Canada avec 30 000 m³/an) qui tend inexorablement à la baisse alors que le minimum vital pour amorcer un développement est de 1 200 m³/an.

Or, parallèlement, l'Algérie rejette chaque année 600 millions de m³ d'eaux usées qui sont non seulement perdues mais qui accentuent la dégradation de l'environnement déjà bien fragile.

Face à cette situation, des études se font de plus en plus nombreuses au pays et dont les auteurs n'hésitent plus maintenant à parler de "mobilisation" de ressources hydriques non conventionnelles, dont les eaux usées en font partie.

Cette étude s'inscrit dans ce cadre et a pour objectif de savoir si la réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation et des boues comme fertilisants en agriculture (cultures maraîchères), ne causerait pas de problèmes pour l'homme et l'environnement.

Il a été procédé à l'analyse d'un certain nombre de paramètres sur les eaux épurées, l'eau de forage, les boues, le sol et enfin les cultures pour pouvoir conclure quant à la réelle conformité de ces eaux et de ces boues comme amendement en agriculture.

Les résultats des analyses chimiques et bactériologiques ne dépassent pas les normes admissibles et la combinaison "eau de forage + boues" ont donné le rendement le plus intéressant.

Mots clés : Réutilisation -eaux usées, boues, amendement, pollution

SUMMARY

A great number of Mediterranean country record a very worrying hydrous deficit because of the limits of the hydrous resources associated a defective mobilization.

The annual equipment of a country as Algeria is of 450 m³/year (compared with Canada with 30.000m³/year) which tends unrelentingly to the fall whereas the vital minimum to start a development is of 1 200 m³ /an.

However, in parallel, Algeria rejects each year 600 million m³ of worn water which is not only lost but which accentuates the environmental pollution already quite fragile.

In opposite with this situation, studies are done increasingly many with the country and whose authors do not hesitate any more maintaining to speak about "mobilization" of no Conventional hydrous resources of which used water forms part of it.

This study lies within this scope and aims to know if the re-use of the worn water purified for the irrigation and of muds as fertilizing in agriculture (market gardenings) would not cause problems for the man and the environment.

Was carried out to the analysis of a certain number of parameters on purified water, the water of drilling, muds, the ground and finally the cultures to be able to conclude as for real conformity from this water and these muds like amendment in agriculture.

The results of chemical analyses and bacteriological do not exceed the acceptable standards and the combination "water of drilling + muds" gave the most interesting output.

Key words : Re-use used water, muds, amendment, pollution.

Thème III

**Agriculture
en milieu aride
pour un
aménagement
durable**

Communications	Auteurs	Page
What is sustainable development ? C'est quoi le développement durable ? Concepts & définitions	Sahnoune T.	401
Rôle et maintien d'une pratique phœnicicole	Ouenoughi M.	403
Etat de l'œkoumène oasien et perspectives de développement	Senoussi AeH.	413
Etude de la diversité génétique du palmier dattier de la région d'El-Meni'a	Allam AeK., Açouène S. Chouaki S., Djaafri K., Taleb B. et Tama M.	423
Un système d'information au service des ressources génétiques du palmier dattier et de la lutte contre la <i>Fusariose</i> ?	Benkhalifa A.	429
Contribution à l'étude des caractères de production des palmiers mâles dans la région de Ouargla (Algérie)	Babahani S., Eddoud A. et Bouguedoura N.	437
La biodiversité génétique en arboriculture fruitière	Benaziza A.	441
Use of physiological approach in plant breeding under water stress. Case of wheat.	Brisin L.	449
Agriculture en milieu aride : Pour un aménagement durable	Chaibou M.	451
Sélection de souches de <i>rhizobia</i> pour préservation des ressources végétales	Dekkiche S., Riah N., Mokrani D., Benguedouar A., Djekoune A.	453
Etude de la biodiversité chez quatre légumineuses du genre <i>Lathyrus</i> : <i>L. sativus</i> L. et <i>Vicia</i> : <i>V. narbonensis</i> L. et <i>V. ervilia</i> (L.) Willd, cultivées dans le semi aride constantinois	Kara K. & Khelifi D.	459
Identification des races caprines des zones arides en Algérie	Moustari A.	465
La symbiose <i>hedysarum coronarium rhizobium sullae</i> : Essai de production d'inoculum	Mokrani D., Riah N., Dekkiche S., Benguedouar, Djekoun A.	467
Caractérisation et étude de polymorphisme des populations locales de chèvres dans la région de Touggourt (Vallée de l'Oued Righ)	Fantazi K.	469
La céréaliculture dans la zone de Lahmad : un facteur de dégradation et un risque pour les ressources phytogénétiques pastorales	Meguellati A., Kanoun M., Moussa B. et Bellahrache A.	471
Le <i>Ghout</i> , un système de culture ingénieux, exemple d'aménagement durable en milieu désertique aride	Belguedj M., Salhi A.	483
Les effets des eaux sahariennes sur les plantes cultivées	Dubost D., Lakhdari F.	485
Menaces de la salinité des sols : constats dans la région des Ziban	Nezzar Kebaili N.	501
Le développement agricole : contraintes et perspectives. Cas de la vallée de l'Oued Righ	Merrouchi L.	509
Etude, réalisation et implantation sur le terrain d'un dispositif de génération d'électricité issue de forages albiens (CI) pour l'autosuffisance de l'environnement d'une exploitation agricole	Etsouri K.	511
Mutations et innovations des paysanneries face aux bouleversements de la question hydraulique. Le cas du Bas Sahara algérien	Bensaâd A.	513
Effet de la succession des machines agricoles	Amara M., Kheyr M. O., Harrad F.	515
Développement des énergies renouvelables dans les zones arides sahariennes : Réalités et perspectives	Bouhekima B., Bechki D., Tekha M., Bouguettaïa H., Boughali S. et Babi Y.	523
Valorisation de la biomasse à des fins énergétiques : Contribution de la production de biogaz au développement durable	Touzi A.	537
Hydrogène d'origine renouvelable : Une richesse énergétique du désert promotrice pour la lutte contre la désertification	Mahmah B.	539
Quel avenir pour une ville saharienne durable ? Cas de la ville d'Adrar	Chaouch S.	541

**WHAT IS THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT ?
C'EST QUOI LE DEVELOPPEMENT DURABLE ?
CONCEPTS & DEFINITIONS**

Sahnoune T.

Pr. Laboratoire Urbanisme & Environnement (LUE). Département d'Architecture & d'Urbanisme. Université Mentouri Constantine - msahnoune2@caramail.com - lab-u-e-02@yahoo.fr

RESUME :

Le développement durable est défini par l'ONU comme : « la capacité des générations présentes à satisfaire leurs besoins, en permettant aux générations futures de satisfaire leurs propres besoins ».

Le développement durable est souvent réduit à sa seule dimension écologique. Il s'agit pourtant d'une approche globale qui postule qu'un développement à long terme n'est viable qu'en conciliant trois aspects indissociables :

- * Le respect de l'environnement.
- * La rentabilité économique.
- * L'équité sociale.

Concrètement, le développement durable pose la nécessité de maintenir ou d'améliorer la qualité de l'environnement naturel, d'assurer la pérennité des ressources, de réduire les différences de niveau de vie des populations, de favoriser l'autosuffisance des communautés et de permettre le transfert des connaissances ou des richesses, y compris les richesses naturelles, économiques et culturelles d'une génération à l'autre.

Il y a urgence, sur tous les fronts, partout où les effets d'une croissance économique fondée sur la surexploitation des écosystèmes et des hommes se font sentir : pour preuve, 30 % des richesses naturelles de la planète ont disparu en 25 ans ; chaque jour nos voitures, nos usines, nos foyers, consomment une quantité d'énergie que la planète a mis 10 000 jours, c'est-à-dire plus de 25 ans à créer, chaque année. C'est une surface de forêts équivalente à la moitié de l'Italie et une surface de terre arable égale à la totalité des champs de blé en Australie, qui disparaissent de la surface du globe. Sur six milliards de personnes, un milliard est sans emploi et un autre milliard vit dans une extrême pauvreté.

Cette investigation met en exergue les concepts, les éléments et les indicateurs d'un développement durable.

ROLE ET MAINTIEN D'UNE PRATIQUE PHœNICICOLE

Ouennoughi M.

Anthropologue & Ethnobotaniste. Université Paris VIII – Institut Maghreb/Europe

RESUME

La découverte de palmiers dattiers en Nouvelle Calédonie, sur des zones d'aridité formant parfois de petites oasis séculaires issues de semis de noyaux, a permis de déceler une introduction ancienne oasisienne sur ces territoires, en provenance du Sahara (Ziban et Djérid). Que nous apprennent les variétés de dattes recensées en Nouvelle Calédonie ? Quelles sont leurs origines ?

La datte occupe une place significative dans la mémoire collective de la communauté arabo-berbère de Nouvelle Calédonie. Elle est bien plus qu'un simple fruit, qu'un aliment pour supporter les affres de la déportation. Elle renferme en son sein tout le potentiel de la culture oasisienne.

On peut légitimement penser que les patriarches déportés ont voulu reproduire les variétés de dattes importées de diverses régions d'Afrique du Nord pour marquer l'identité de leur clan et leur affiliation tribale. Ainsi, dans la région Pouembout, voisine de Bourail, la tradition orale désigne la variété « *zekri* » en référence au déporté politique Abdellah ben Mamâar des Ouled Zekri, tribu localisée au niveau de la palmeraie de Sidi Khaled dans la région de Biskra au XIX^e siècle.

Nous centrons nos recherches sur les pratiques des savoirs anciens, renouvelés, les échelles spatiales et de temporalités, la cohabitation d'acteurs diversifiés en constante réinvention. Ainsi, c'est à partir de deux espaces liés historiquement que nous développons notre réflexion. Il s'agit de saisir leur rôle et la nature du maintien d'une « pratique phœnicicole » (palmiers séculaires, variétés de dattes, cultures associées), outils en fer forgé, puits à *Dalou*, type « *chadouf* », zones sablonneuses et limono argileuses, architecture funéraire, mausolée) introduite en Nouvelle Calédonie dans la compréhension des mouvements qui animent les lieux d'origine.

Pour cette conférence nous prendrons comme zones d'études transversales nos premiers lieux de recherche : l'Oasis El Amri (Biskra Algérie) et la découverte des vallées phœnicicoles de Bourail (Nouvelle Calédonie).

Nous centrons notre étude sur les pratiques des savoirs anciens, renouvelés, les échelles spatiales et de temporalités, la cohabitation d'acteurs diversifiés en constante réinvention. Les pratiques de savoirs anciens phœnicicoles renouvelés se construisent à travers les parcours et les migrations des hommes, la multiplicité des discours des individus et des groupes, et les valorisations ou les négations de la mémoire des lieux toponymiques. La diversité des acteurs et des pratiques doit être mise en relation avec la diversité des espaces et leur degré de définition. Ainsi, c'est à partir de deux espaces liés historiquement que nous développons notre réflexion. Il s'agit de saisir leur rôle et la nature du maintien d'une «pratique phœnicicole» introduite en Nouvelle-Calédonie dans la compréhension des mouvements qui animent les lieux d'origine.

Autour de la conférence, je prendrai comme zones d'études transversales nos premiers lieux de recherche : l'Oasis El Amri (Biskra Algérie) et la découverte des vallées phœnicicoles de Bourail (Nouvelle-Calédonie). Définition d'un itinéraire historique et technique des palmeraies sahariennes et transfert d'une civilisation phœnicicole dans le monde : le néo-calédonien.

1 - Introduction

Pour connaître l'origine des palmiers dattiers de Nouvelle-Calédonie, il faut remonter l'histoire de sa communauté musulmane arabo-berbère. Au-delà du palmier et de ses fruits, c'est la tradition oasienne qui nous est révélée ; elle a été préservée, voire recréée par la volonté d'hommes déracinés qui y puisèrent les forces de leur survie.

Notre enquête retrace ainsi l'Histoire de l'héritage phœnicicole au Maghreb et sa distribution dans le monde. En nous penchant sur l'introduction de dattes dans la région de Bourail en Nouvelle-Calédonie, nous avons découvert des cultivars originaires de palmeraies du sud algérien et du sud tunisien. On dispose d'un certain nombre d'éléments historiques et anthropologiques, qui nous permettent de développer ce phénomène de «reproduction ancestrale». A l'époque de la déportation algérienne et maghrébine sur ce territoire, les vallées de Bourail avaient emprunté leurs noms et leurs toponymes. Elles portent la mémoire d'une riche transmission orale.

On peut se demander pourquoi, à l'autre bout du monde, des cultivateurs des oasis du Ziban ou du Djérid, arrachés à leurs familles et à leur milieu, promis à la plus grande précarité et à la misère, ont cherché à reconstituer des palmeraies qui n'étaient ni vraiment adaptées aux tropiques, ni faciles à mettre en œuvre. Entre le noyau qu'on sème et les fruits qu'on récolte, il s'écoule plusieurs années. On aurait pu croire que, par souci d'efficacité, comme l'aurait fait un agronome, ils se soient tournés vers des cultures tropicales, annuelles, plus directement vivrières, inspirées des plantations kanakes, de tarots ou de patate douce par exemple.

Serait-ce par tradition agropastorale et commerçante qu'ils ont propagé le palmier dattier dans l'espoir de voir naître un jour une palmeraie ?

Les dattiers et leur caractéristique végétale sont-ils l'itinéraire historique de leur passage ?

La découverte de certains cultivars d'origine berbère s'appuie sur le fait que celui qui avait introduit la variété d'une datte, ou qui en a reçu comme don, était à l'origine de l'appellation de cette datte. L'intérêt d'une recherche transversale devient une mesure nécessaire pour entreprendre, dans le but d'une sauvegarde du patrimoine génétique inconnu, l'inventaire d'une phœniciculture introduite (dans les termes de la sélection et de la conservation).

2 - Les variétés de dattes et leurs origines

Lors de notre enquête de terrain menée (Oct./Nov. 2001) dans les régions avoisinantes à Bourail en Nouvelle-Calédonie (zone d'étude), nous observons que le patrimoine végétal ancien, localisé sur cette zone géographique, est constitué de plusieurs variétés. Ainsi, dans la région Pouembout, voisine de Bourail, la tradition orale désigne la variété *zekri* en référence au déporté politique Mamâar des Ouled Zekri qui appartenait à une tribu insurgée de la région des Ziban. De même, plusieurs variétés de dattes, communes aux gens de Nessadiou, de Boghen et de Voh, font référence au patriarche Ben Toumi, qui était, avant sa déportation, un notable d'origine ibadite de la région du Mزاب. Libéré, il avait employé des cultivateurs algériens de Nessadiou pour développer des cultures associées au palmier dattier. On recense aussi une variété de datte rouge, implantée par ce même Ben Toumi, qui est proche par sa forme ovoïde courte de l'*okhet degla*, connue dans l'oasis de Degache en Tunisie, où elle est conservée comme élément du

patrimoine traditionnel. D'autres variétés néo-calédoniennes, comme le *loulou*, sont dites d'origine berbère.

Parallèlement à ces données historiques, mon enquête conduite dans l'oasis El Ghraous des Ziban auprès de personnes âgées de la famille des Bouazyd, rapporte que des petits sacs de dattes *Deglet Nour* étaient donnés aux condamnés pour leur survie. Le « mode de pensée » observé sur ces zones d'étude fait partie d'un patrimoine culturel ancestral oasisien. Il a été reproduit dans un « consensus collectif de personnes » ayant hérité d'une religiosité qui a pris forme autour du culte du saint. On peut légitimement penser que les patriarches ont voulu reproduire les variétés de dattes importées de diverses régions d'Afrique du Nord pour marquer l'identité de leur clan et leur affiliation tribale.

Les différentes fonctions de la *djemâ'â*, annihilées dans le pays d'origine, se sont vues reconduites autour d'une assemblée organisée par les déportés eux-mêmes, avec comme foyer originel le dattier et le saint localisé dans la région de Bourail, pour désigner l'authenticité oasisienne - le sacré et le guerrier - dans l'organisationnel berbère. Aujourd'hui le pacte oral de la *djemâ'â* ancienne est devenu officiellement une association, qui porte les fondements mêmes de cette organisation berbère.

3 - L'itinéraire phœnicole agropastoral

La toponymie historique nous est d'une grande utilité dans la suite des événements, car elle constitue la mémoire d'origine que véhicule la descendance maghrébine de Nouvelle-Calédonie.

Elle sert à répertorier certaines tribus « reconduites » en Nouvelle-Calédonie. Lorsqu'on cite les déportés maghrébins en Nouvelle-Calédonie, on parle des Sidi Khaled, Sidi Aïssa, Sidi Yahia, Sidi Bouzayd, Ouled Zekri, Sidi Amor, Ouled Ferradj, Ouled Nedja, Ouled Sahnoun, etc. D'autres parts, le processus toponymique nous permet d'examiner le phénomène de reconduction toponymique d'un lieu d'implantation commune. En outre, la vocation agricole des saints éponymes semble avoir fondé leur véritable fonction et la signification de leur fonction d'arboriculteur, ayant un sens culturel et religieux plus près du rationalisme berbère que du mysticisme d'Orient. C'est à dire, rythmée par l'implantation de palmiers dattiers empruntant le parcours agropastoral dans les limites indiquées.

4 - Les oasis de plantation : l'exemple des Ziban

La région des Ziban est située sur les bords du Sahara, sous la même latitude que le Djérid, auquel elle ressemble par ses hautes températures. Ce qui frappe en premier lieu, c'est le nombre de palmiers qui s'y trouvent, ainsi que des champs de culture ininterrompus, avec la présence de ruisseaux et de nombreuses sources.

La région des Ziban, dont le centre fut Biskra (anciennement Beskra),

fut un haut lieu d'enseignement des sciences et du savoir.

Lévi-Provençal¹ consacre plusieurs pages à cette région, qu'il reconnaît comme un haut lieu des sciences et du droit où il se trouvait des savants :

« C'est de Mesloûn, une des bourgades de cette région qu'était originaire Abou'Abd el Melik Mesloûni, savant versé dans la connaissance du droit et dont l'enseigne ment était suivi ».

Dans la description des oasis des Ziban, ce même auteur nous parle de la fondation d'El Mesila qui remonte à l'hégire 313 (28 mars 925)². L'un des savants, poète renommé parmi les meilleurs de son époque, (sans doute aussi le fondateur) fut connu sous le nom de Ibn el Andalosi :

« El Mesila a dans ses environs quantités de palmiers ainsi que des vergers qu'arrosent les ruisseaux d'eau douce. C'est une grande ville chef-lieu d'un canton étendu et dont les environs sont occupés par plusieurs tribus berbères : Adjisa, Hawwàra, et Benoû Berzâl ».

5 - L'oasis d'El Amri

L'oasis El Amri, celle que nous connaissons le mieux, est le plus à l'ouest des Ziban, par la route directe à 48 km de Biskra. Comme position physique, elle est un peu en dessous de la ligne du Zab Dhahraoui, mais elle s'y rattache néanmoins à cause des populations et du mode d'arrosage des palmiers. L'oasis est formée par des sources sortant aux pieds de monticules sablonneux. Les habitants d'El Amri sont khammès des tribus de Sidi Bouazyd, lesquelles fractions à la fois religieuses et guerrières appartenant au caïdat des Arab Cheraga et comportant en 1876 environ 600 tentes. Ces nomades possédaient une partie des palmiers de l'oasis et avaient aussi des maisons dans El Amri pour y laisser leur orge et leurs provisions. Nous avons recueilli une légende populaire sur la manière dont l'insurrection fut déclenchée. C'est à l'occasion de rites funéraires, que de tels récits sont contés ; c'est comme si la perte d'un proche, de l'ancien, du patriarche de la tribu, peut en quelque sorte être le déclenchement ou la mémoire du clan, de son honneur, de son histoire aussi.

Le point important à souligner est le suivant : la datte apparaît ici comme étant presque le fil conducteur du discours villageois.

Le recueil de liturgies, comme source hagiologique, datant pour celle-ci du XIII^e siècle, permet de localiser l'origine de la fondation de Sidi Bouazyd dans la région de Boussaâda. La transmission orale du groupe porte en elle sa mémoire. Elle ne doit pas être ignorée. Elle s'ajoute au texte écrit, elle est en somme complémentaire, comme le souligne Levi-Provençal³ :

¹ Cf. « La péninsule ibérique au Moyen-âge » d'après le Kitâb Ar-Rawd Al-Mit'ar Fi Habar Al-Aktar d'Ibn Abd Al-Munim Al-Himyari, Publication de la « Fondation de Goeje, n° XII, 1938, p 109.

² Ibid. L. Provençal. L'auteur cite ce qui suit : « D'après le géographe Aboulfeda, elle aurait été fondée en l'année de l'Hégire 315 ».

³ Idem. Levi-Provençal, p 50.

«La vraie légende du sain n'est pas dans les biographies écrites, si l'on peut dire, elle se trouve dans l'esprit de la foule, surtout de la foule illettrée».

6 - Le rôle symbolique et protecteur du palmier dattier

Le palmier aussi diversifié soit-il représente un arbre mythique, il accompagne plusieurs légendes. L'étymologie du mot palmier dattier dérive de Phœnix d'où vient le mot Phénicien, qui désigne le peuple des palmiers (Phœnix). Ce serait les Phéniciens, « porteurs de dattes », qui auraient diffusé la culture du palmier dattier. Aristote compara les dattes à des doigts (*dacylos*). C'est pourquoi la datte est décrite comme « doigts de lumière ». Du fait qu'on reproduit le palmier dattier par bouturage des rejets plutôt que par graines, les Grecs et les Romains avaient une vision mythique du palmier. Ils considéraient qu'il renaissait de lui-même comme le Phénix, l'oiseau mythique qui vit dans son nid d'aromates et qui renaît de lui-même après s'être consommé. C'est ainsi que dans leur vision anthropomorphe, les dattes sont symbolisées comme des « doigts » en grec, en latin et en arabe. Le dattier apparaît dans l'imaginaire des peuples ayant une grande longévité. La culture du palmier dattier est pratiquée depuis l'Antiquité en Afrique méditerranéenne, du sud de l'Atlas jusqu'en Egypte. La limite septentrionale de son aire de culture suit sensiblement le versant saharien du Grand Atlas, l'Atlas saharien au Maghreb et le rivage méditerranéen de Libye et d'Egypte. Le développement du palmier dattier est associé aux premières vagues de civilisations agricoles du Croissant fertile. Il est devenu symbolique pour beaucoup de populations dans le monde.

Comme le souligne le Botaniste F. Kahn⁴, sur la diversité des palmiers d'Amazonie, outre que :

« Ces plantes sont en effet de remarquables marqueurs du fonctionnement des écosystèmes forestiers ».

Pour l'auteur, « les palmiers sont présents dans la vie quotidienne, donc dans le langage ». Ainsi, ajoute-t-il que :

« (...) les noms des cultivars d'Amazonie peuvent avoir pour origine un lieu géographique, un village, une rivière, ou un fait historique – telle plante rapportée au village par tel habitant »⁵.

En poursuivant cette remarque : « l'homme né d'un palmier »⁶, on peut s'interroger sur les légendes anciennes se référant à la typologie des noyaux de dattes dans la tradition berbère. D'après les quelques récits étudiés, ils constituent l'origine de l'implantation des tribus oasiennes au Maghreb. De telles légendes se retrouvent dans le monde ; le cas des

⁴ Cf. *Les Palmiers de l'Eldorado*, Orstom Editions, Paris, 1997. L'ouvrage est richement illustré notamment sur le fonctionnement social des palmiers dans la vie quotidienne amazonienne.

⁵ *Idem*, p 77. L'auteur nous rapporte la légende du noyau de tucumá qui a donné son nom à une tribu amazonienne.

⁶ *Idem*, note 5.

noyaux néo-calédoniens a été au départ un phénomène de distribution écologique et identitaire.

Dans l'ensemble oasien, chaque « tribu » ou « *arch* » possède une appartenance maraboutique où les principes communaux sont définis entre l'arbre (le dattier) et le saint homme. Une ancienne coutume, par exemple, observée dans le cimetière d'El Amri, remonterait à un passé berbère lointain. Le palmier dattier, sous lequel le saint homme (Sidi Bouazyd) devait trouver de l'ombre et la source où il se désaltérait, sont devenus ainsi sacrés. La coutume des Bouazyd est de nouer des tissus de couleur autour du mausolée maraboutique. L'exemple de la fresque commémorative du cimetière d'El Amri retrace l'histoire des marabouts et guerriers morts au combat lors de l'insurrection de 1876. Plus loin dans le cimetière, nous avons relevé une architecture de tombes funéraires pouvant remonter à une époque lointaine. Cette coutume serait soit pour juguler le sort, soit pour engager le génie ou le saint et le lier de force à la promesse qu'on lui extorque⁷. C'est à ce niveau, que de telles croyances et rites subsistent jusqu'à présent dans les oasis. Mais observons également que les tissus de couleurs entourant les lieux maraboutiques portent une autre signification. Les gens du lieu les interprètent plutôt comme marqueurs culturels d'une mémoire guerrière où la raison l'emporte sur la superstition :

« Vous voyez là des chiffons colorés autour des mrâbet. Cela signifie qu'ils ont été des guerriers jadis mais aussi des héros morts au combat. »

Outre l'utilisation ornementale qu'en ont faite les provinces d'Algérie, on peut se demander si les palmiers n'auraient pas joué un rôle protecteur lors d'invasions antérieures en Kabylie par exemple :

« (...) la pression hilalienne s'accroît et, cernés dans leur Qala'a, les Beni Hammad jugent nécessaire de se préparer un refuge dans les montagnes de la côte méditerranéenne. Construisant des fortifications et des palais, amenant du Zab des palmiers (...), ils font de Bejaia une ville importante »⁸.

Dans ce cas précis, le symbole peut être vu à la fois protecteur et défensif. On retrouve de tels palmiers qui ont fait l'objet jadis, d'exploitation commerciale dans cette région de Kabylie, et par le fait de la pollinisation, ils ont atteint la phase finale *tmar*. Bien que les montagnes de Kabylie soient plus propices à la culture de l'olivier, la vallée profonde de l'Oued Nougha, au pied de la montagne de Djurjura, fut décrite comme un espace de grands végétaux qui, à si petite distance de la haute montagne, fut un fait surprenant. Bien que cette morphologie géographique puisse s'observer dans beaucoup d'autres endroits, ce phénomène d'enclavement précis résulte du seul passage de la plaine à la montagne. En plus des oliviers sauvages, des figuiers, des vignes et

⁷ Ibid. E. Dermenghem : *Le Culte des Saints dans l'Islam Maghrébin*. 1981, Paris 1984.

⁸ J. Lethielleux : *Ouargla, cité Saharienne. Des origines au début du XX^e siècle* : Geuthner, 1983, p 81.

des bois de pins fort réputés des montagnards Nougha, le palmier dattier n'est pas inconnu au sein de ces groupes Sanhadja de Kabylie.

Il se présente comme des énormes touffes décrites par l'auteur comme des palmiers nains, mais qui sont en fait des touffes de rejets séculaires qui ont été laissés à l'abandon⁹. Ces restes ou vestiges du passé sont les marqueurs des berbères d'origine commerçante dans ces régions.

Il est fort probable que la palmeraie d'El Amri ait été la source historique des premiers noyaux de *Degla Nour* et *Mech Degla* introduits dans la région des Ziban (Biskra). La descendance des Bouazyd (fraction des Ouled Saoud), que nous avons interrogée lors de nos enquêtes menées en juillet 2001, rapporte les faits historiques suivants :

« Les Ouled Saoud, Ouled Djebabra, Ouled Driss, Ouled Ayoub appartiennent tous les quatre au clan des Bouazyd. Ils sont les quatre issus de Bouazyd, venu dans le Zab, et forment le Arch. Le point de départ des Bouazyd est la région d'Aflou où se trouve la commune de Sidi Bouazyd qui abrite le tombeau du grand patriarche Sidi Bouazyd. C'est le lieu de pèlerinage et du Arch. Durant leurs déplacements d'Aflou jusqu'au Zab, les Bouazyd sont passés par Laghouat, Boussaâda, Djelfa (El Hamel) et ont été mis en contact avec d'autres grandes tribus, notamment les Ouled Nail dont les quatre fractions sont les Ouled Zekri, les Ouled Sassi, les Ouled Rabah et les Ouled Rahma, et la grande tribu des Ouled Djellal. »

On retrouve les Ouled Zekri dans les localités d'Ouled Djellal, Sidi-Khaled, Ras El Miad et Besbes. D'après nos informateurs d'El Amri, des liens sociaux étroits ont été tissés entre les Bouazyd et les Cheurfâ d'El Hamel (Boussaâda) considérés comme étant les descendants directs de Sidi Bouazyd. Les premières tentes installées par les Bouazyd vers le XIII^e siècle seraient à El Amri, (pas très loin d'El Ghrous). Les fractions Bouazyd, à leur arrivée dans ces lieux, auraient trouvé une quarantaine de familles et leurs tentes ont été installées au pied d'un grand palmier de variété *Mech Degla*. De là, ces nomades ont commencé à devenir phœniciculteurs, eux qui venaient de régions pastorales où le palmier n'existait encore pas (Aflou). La palmeraie d'El Amri serait la plus ancienne des palmeraies des Ziban.

Mais aujourd'hui, elle est très dégradée (vieillesse, rareté de l'eau, conséquences des réformes agraires, délaissement des cultivars de qualité médiocre, absence de djebbars ou *hachene*, ...).

Par cette déstructuration sociale et culturelle, les différentes restructurations et réformes agraires engagées dans le pays depuis l'indépendance sont remises en question. Elles n'ont pas pris en compte les techniques traditionnelles et les liens de solidarité pour connaître l'histoire des groupes sociaux et humains. Cette négligence est une des causes majeures de destruction identitaire des populations oasiennes. Aujourd'hui, c'est tout le concept agronomique de l'oasis qui est remis en question :

«Loin de toute polémique, il s'agit d'examiner si l'oasis, terroir cultivé, multiséculaire, élaboré pour l'autosubsistance des groupes humains sédentaires en complémentarité avec le nomadisme pastoral et commerçant, est toujours adaptée à

⁹ Les femmes de Kabylie comme les femmes des oasis sahariennes utilisent les branches de ces palmiers pour le tressage de paniers fort connus. Cet artisanat est toujours en vigueur aujourd'hui.

Les cultivars répertoriés par l'INRAA¹¹ dans l'oasis d'El Amri sont les suivants : *Kseba, Hougrada, Hassouna, Ghazi, Baâr-el-Kebch, Guettara, Houbales, Safraye, Horra, Deglet Ziane, Rotbet-Ali, Haloua, Deglet Nour, Ghars, Mech Degla, Zomre Minoune, Sbaa Laroussa, Deglet Djebana, Tantboucht, Echslouguia, Degla Baïdha, Kena, Ferraouna, Khoudri, Baïdh-H'mam.*

« En général les dattes à teinte rouge, sont issues de noyaux Deglet Nour. Concernant le cultivar zekri, il semblerait qu'il se trouve au niveau de la palmeraie de Sidi Khaled. Ce cultivar n'existe pas à El Amri, ni à El Gharous. Par contre, un cultivar du nom de bouzkri existe dans les palmeries du Sud-ouest algérien (Adrar, Bechar, In Salah, Timimoun). C'est une datte molle, de couleur jaune au stade blah, rouge au stade suivant (routba), puis noircit à maturité complète »¹².

7 - L'insurrection d'El Amri

A l'origine du dysfonctionnement social du système oasien au profit de la construction coloniale.

Le déversement des canaux d'irrigation des palmeraies va être bouleversé au profit de nouvelles constructions. Ces canaux qui fertilisent l'oasis ont un sens vital pour les populations ; ils font partie des ordres culturels et religieux et sont à l'origine des fondations des palmeraies. Leurs conduits sont significatifs tant sur les plans culturels, religieux et juridiques. Les phœniciculteurs de Biskra ont une vision tout à fait rationnelle sur leurs séguias :

« Les séguias font partie du droit coutumier ancien. Elles font partie de notre patrimoine oasien. Elles déterminent le rôle et l'emplacement coutumier de chacun ; nous dirons qu'elles ont une signification religieuse et juridique. C'est la djemâ à qui se charge de la distribution des eaux. Ces eaux sont réparties dans chaque famille, dans chaque palmeraie ; elles sont en lien les unes des autres. Ce lien fait notre communauté et règle d'éventuels litiges ou dérivation »¹³.

Nos enquêtes menées sur le fonctionnement social des systèmes d'irrigation démontrent que la préoccupation majeure des tribus est cette préservation des séguias et leur rôle coutumier dans l'espace traditionnel oasien. Elles sont source de vie, mais encore lien que les oasiens ont

¹⁰ Dubost D., : *L'oasis : mythe agricole et réalités sociales*, In : *Communication présentée au séminaire sur « les systèmes agricoles oasiens », Tozeur (Tunisie), 19,21 novembre 1988. Editions Les Cahiers de la Recherche Développement n° 22-06 1989.*

¹¹ Belguedj M. : *Les Ressources génétiques du palmier dattier. Caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du sud-est Algérien. 3D Dossiers – Documents – Débats. INRA Algérie. Revue annuelle N° 01/2002.*

¹² Notre contact établi avec l'INRAA (Unité de Biskra) nous a permis d'engager des travaux de recherche sur les dattes rouges que l'on retrouve en Nouvelle-Calédonie. Egalement d'étudier la datte « zekri » que l'on retrouve répertoriée dans la région du Djérid (Tunisie) ; ceci en rapport avec l'itinéraire historique de l'implantation de la tribu des Ouled Zekri localisée à Sidi Khaled (Algérie) en 1871.

¹³ La réponse m'a été donnée par l'oncle maternel de mon père au mois de juillet 2001, lors d'un rite funéraire. Ce personnage joue un rôle coutumier dans la djemâ à, notamment pour les questions de paternité et de partage ancestral des palmiers et des eaux.

avec leurs palmiers, leurs implantations, leurs généalogies. Le palmier dattier représente l'ancêtre qui est venu le planter : c'est la raison pour laquelle il est entouré de ritualisations agraires lors des pèlerinages (*ziyàra*). La répartition ancestrale a été conduite dans cet état d'esprit. Le lien que les phœniciculteurs entretiennent avec leurs séguias détermine la parenté des groupes tribaux. En supprimant les droits préexistants des séguias, la constitution coloniale viole leurs privilèges ancestraux, leur homogénéité. C'est tout le système d'irrigation qui est mis en cause. On le déstructure. Il nous semble important de dire que la première étape de division des groupes tribaux oasiens a été de supprimer leurs liens. Il fut pénible pour les tribus d'accepter une telle humiliation. D'autant que l'humiliation était destinée aux chefs coutumiers des djemâ'âs qui avaient pour fonction d'organiser le système de régulation des eaux. La suppression des droits préexistants et le processus du développement des Etats ont entraîné que la gestion traditionnelle des ressources par les communautés locales a de ce fait disparu. Autrefois les habitants des villages s'assuraient des eaux pour les mois de sécheresse. L'entretien des systèmes d'irrigation ancestraux (séguias ou foggaras) parvenait à donner cette assurance totale. Tout comme la plantation, les systèmes d'irrigation ancestraux, constituaient un acte humain qui marquait la volonté d'appropriation de l'homme sur le sol par la pérennité du droit d'exploitation qu'il sous-entend. C'est dans ce domaine du fonctionnement social des palmiers dattiers que des apports sociologiques et anthropologiques sont en voie d'être complétés.

Dans cette complémentarité interdisciplinaire suscitée par l'agronomie, dans la mise en valeur agricole des terres irriguées et le développement des plantes, nous nous sommes intéressés au mode d'appropriation des différentes ressources naturelles présentes dans les palmeraies et leurs modes de gestion participative. Dans cet apport anthropologique, il a été nécessaire de travailler autour du fonctionnement social oasien. D. Dubost, spécialisé dans l'agronomie saharienne, reconnaît que le fonctionnement de l'oasis n'était pas seulement d'ordre agronomique. Il explique que le fonctionnement de l'oasis était appuyé par l'extrême cohésion de ses habitants réglementée par les djemâ'âs¹⁴. Ajoutons à son analyse que le fonctionnement initial oasien a été au départ déstructuré par les nouvelles règles de la propriété coloniale¹⁵.

Conclusion

¹⁴ Cf. *L'Oasis : Mythe agricole et réalités sociales*, In : *Les Cahiers de la Recherche Développement* n°22 - Juin 1989, p 30. Communication présentée au séminaire sur « Les systèmes agricoles oasiens » Tozeur (Tunisie), 19-21 novembre 1988.

¹⁵ *Archives Historiques de Vincennes*. Cf. « *Projet de règlement pour l'organisation d'un syndicat, chargé d'assurer le service des irrigations dans la ville et l'oasis de Biskra et de régulariser les usages divers adoptés jusqu'à ce jour* ».

Quelle finalité possible de recherche et pour quels enseignements ?

J'ai pu de manière exhaustive réaliser un début d'inventaire des palmiers dattiers néo-calédoniens comme marqueurs des lieux de vie des familles des déportés. Pour préserver l'histoire des palmiers et l'étude sur les connexions possibles entre les dattes oasiennes et les dattes calédoniennes introduites par les déportés issus des oasis, j'ai mis en place, avec la participation des descendants, un laboratoire comportemental du palmier dattier en Nouvelle-Calédonie intitulé Groupement Phœnicicole Néo-Calédonien. Celui-ci permettra par la suite de développer des travaux avec la collaboration des biologistes, botanistes et agronomes de l'INRAA, l'INRAT, l'IRD et les laboratoires universitaires avec lesquels ce projet sera associé, dans le but d'obtenir des crédits pour permettre de réaliser un tracé d'itinéraire phœnicicole avec l'aide des marqueurs moléculaires. En effet, il reste difficile de rechercher la datation exacte des implantations de palmiers entre deux oasis distinctes (rapprochées du point de vue de la distance mais non au niveau du temps). Pour remonter dans le temps, l'IRD se heurte à l'anthropologie ou l'ethnologie classique. Alors que la matière apportée par l'anthropologie historique est valable pour un biologiste ou un botaniste car elle implique un passage obligé dans le temps, elle consulte l'histoire et les savoirs anciens, les données historiques disponibles, pour permettre d'établir des hypothèses valables. L'application de marqueurs moléculaires devrait conduire à mieux retracer le cheminement de ces transports de dattes liés à l'histoire des hommes. Cette trame de recherche permet de mieux cerner les dynamiques de genèse et de maintien de la biodiversité sous influence anthropique. Elle contribuera aussi à porter un nouveau regard sur les questions de conservations de variétés cultivées.

Références bibliographiques :

- Brac de La Perrière R. A., et Benkhalifa A.,** 1989 : - Identification des cultivars de dattiers (*Phoenix dactylifera* L.) du sud ouest Algérien. Plant Genetic Resources Newsletter. 78-79, pp. 13-19.
- Belguedj M.,** 2002 : - Les Ressources génétiques du palmier dattier. Caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du sud-est Algérien. 3D Dossiers – Documents – Débats. INRA Algérie. Revue annuelle N° 01.
- Dermenghem E.,** 1981 : - Le Culte des Saints dans l'Islam Maghrébin - Paris 1984.
- Dubost D.,** 1989 : - L'oasis : mythe agricole et réalités sociales, In : Communication présentée au séminaire sur « les systèmes agricoles oasiens », Tozeur (Tunisie), 19,21 novembre 1988. Editions Les Cahiers de la Recherche Développement n° 22 - Juin.
- Levi-Provençal,** 1938 : - La Péninsule Ibérique au Moyen-âge - d'après le Kitâb Ar-Rawd Al-Mit'ar Fi Habar Al-Aktar d'Ibn Abd Al-Munim Al-Himyari, Publication de la «Fondation de Goeje» n° XII.
- Kahn F.,** 1997 : - Les Palmiers de l'Eldorado - Orstom Editions, Paris.
- Lethielleux J.,** 1983 : - Ouargla, cité Saharienne. Des origines au début du XX^e siècle - Geuthner, p 81.
- Ouennoughi M.,** 2000 : - Un arbre fera date : la symbolique du palmier dattier en Nouvelle-Calédonie - In : Le Mémorial de la côte Ouest (Nouvelle-Calédonie). Des pionniers à nos jours. Editions Planet Mémo, Nouméa102 - 111.
- Ouennoughi M. & F. Kahn,** 2005 : - Behind the date palm tree in New Caledonia - Palms; N° 49 (2): 73-78.
- Ouennoughi M. & D. Dubost,** 2005 : - Le voyage forcé des dattiers en Nouvelle-Calédonie - In : Sécheresse Sciences et Changements planétaires; 16 (4) : 241-6.
- Ouennoughi M.,** 2005 : - Les déportés maghrébins en Nouvelle-Calédonie et la culture du palmier dattier, (1864 à nos jours) - Ouvrage «manuscrit de doctorat», Editions l'Harmattan. Collection Histoire et Perspectives Méditerranéennes, 374 pages.

ETAT DE L'ŒKOUMENE OASIEN ET PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT

Senoussi AeH.

Enseignant Chercheur Bioressources Saharienne. Université de Ouargla

E-mail : senoushakim@caramail.com

RESUME

Parler de géographie agraire du désert paraît un paradoxe. Par définition, le désert n'est-il pas un lieu où l'agriculture paraît impossible ? En fait, la culture est possible par l'irrigation, même dans les déserts absolus. L'immense espace saharien reste pour toujours marqué par l'existence de vergers phœnicicoles. La violence du contraste qu'offre l'oasis, son eau et sa végétation abondantes, avec les étendues arides, est bien là pour attirer l'attention. Les palmiers dattiers qui constituent le milieu oasien sont en fait des arbres sacrés ; leur origine est ancienne et leur silhouette élégante inséparable de l'évocation du grand désert.

L'espace oasien est un véritable œkoumène, car il désigne un flot de vie sociale (religieuse, culturelle) et d'activité économique (agriculture, artisanat, commerce, petits métiers) dans le désert lié à la présence de l'eau, qui rend possible cette vie et ces activités. Comme il est admis qu'en climat aride, l'oasis constitue un modèle typique d'association complexe. Plus encore, ces trois étages forment un système écologiquement fonctionnel, dont la cohésion est assurée par la complémentarité d'intérêts. Il faut prendre bien garde de rompre cet équilibre : la palmeraie devient une biocénose, ou un écosystème original. En fait, il ne s'agit plus d'un système de culture, méthode très humaine pour produire de la nourriture : c'est un espace, témoin d'époque, qui doit tout à l'effort des hommes ; le résultat obligé de l'action conjuguée du climat, du sol et de l'eau, que le génie traditionnel et ancien des producteurs a harmonieusement additionné. Dans un contexte socio-économique, la palmeraie et son *ksar* se sont construits pour des raisons objectives : carrefour de routes, eau, complémentarités avec les nomades qu'on peut appeler des atouts économiques ; mais l'outil essentiel de leur vitalité, c'est la cohésion sociale assurée par une histoire commune, fut-elle mythique. Cette cohésion est renforcée par le cercle sacré dont le centre est la mosquée, dominant tout le reste de l'espace. Autant d'atouts situant fortement l'œkoumène oasien à travers une dimension de durabilité.

Quelles situations vit actuellement cet écosystème ? *Renouveau ou déclin ? Recomposition ou mutation sociale ? Viabilité ou résurrection de l'œkoumène ?*

Ce à quoi nous tenterons de donner quelques éléments de réponses et par la même de dresser des trajectoires à travers des actions raisonnées et fécondes.

Mots clés : *Oasis, Contraintes, Gestion patrimoniale.*

Par le passé, nos aïeux affrontaient de façon réfléchie les problèmes de surpopulation des œkoumènes phœnicicoles, de surexploitation des ressources hydriques, des menaces de dégradation du foncier, tout en veillant à répondre correctement aux besoins alimentaires des populations locales, aux possibilités d'échanges marchands, à la nécessité d'une certaine qualité de la vie, qui incluait les problèmes sécuritaires. L'espace phœnicicole, à travers le palmier dattier, donne sa valeur au foncier. Il fournit des subsistances et un revenu plus ou moins régulier, sur une longue période ; il constitue une monnaie d'échange ; il

est une rente. Finalement cet espace permet la fixation des populations à travers des objectifs de durabilité (S. Ababsa, 1997).

Le présent travail part d'un préalable qui situe véritablement le concept œkoumène, au sens plein du terme, et qu'il n'est guère permis de vider de son véritable contenu : certes il est milieu de production, mais aussi cadre de vie, outre qu'il est un lieu de transactions commerciales.

Dans un second temps : *quel est l'état de cet espace antique ? Menaces et défis à relever ?*

Ce à quoi nous tenterons de donner quelques appréciations à travers une étude de cas (le Pays de Ouargla).

Finalement, on ne saurait se limiter à un diagnostic : l'œkoumène oasien nous interpelle à travers un SOS et, à partir de là : *quelles stratégies doit-on mettre en œuvre, en vue de le préserver, voire de le promouvoir ?*

OASIS ET ŒKOUMÈNE : UNE ENTITE INDISSOCIABLE

"... au milieu des sables de l'Afrique, du côté des Syrtes et de la Grande Leptis (Tripoli) est une ville nommée Tacapare (Gabes), dont le territoire est d'une fertilité qui semble tenir du prodige et qui est due à un excellent système d'irrigation. C'est là qu'on voit croître au dessous d'un grand palmier, un olivier et au dessous de l'olivier, un figuier..." (Pline l'Ancien, 23/79).

Prodige vraiment que celui qui fait tenir un figuier sous un olivier et le tout sous un palmier. Ce texte court est demeuré fondateur d'un mythe bien ancré, qui a pu traverser des siècles durant, si riches en retournements, sans jamais être remis en cause. L'ombre tant désirée de phœnix, le ruissellement des sèguias, le piétinement des animaux domestiqués, l'affairement des jardiniers, étaient autant de signes de l'étonnante conquête des hommes sur le désert, la preuve spectaculaire que ce jardinage concentré était la victoire d'une agriculture géniale et entêtée sur la léthargie environnante.

Il s'agit d'un paysage qui fait oublier dans quel milieu naturel, fondamentalement hostile et contraignant, il a pu surgir. C'est pourquoi, beaucoup plus encore que sous d'autres climats, l'espace rural de l'oasis dépend des vicissitudes de l'histoire et de facteurs économiques extérieurs qui conditionnent son développement.

L'espace oasien est un véritable œkoumène, car il désigne un îlot de vie sociale (religieuse, culturelle) et d'activités économiques (agriculture, artisanat, commerce, petits métiers) dans le désert lié à la présence de l'eau qui rend possible cette vie et ces activités. Ce constat immédiat n'a été analysé par la suite que pour en justifier le bien fondé.

Ch. Baldy (1986), souligne qu'en climat aride, l'oasis constitue le modèle le plus achevé d'association complexe. Plus encore, ces trois étages forment un système écologiquement fonctionnel, dont la cohésion est assurée par la complémentarité d'intérêts. Il faut prendre bien garde de rompre cet équilibre : la palmeraie devient une biocénose, ou un écosystème original (**R. A. Brac de la Perrière**, 1988).

En fait, il ne s'agit plus d'un système de culture, méthode très humaine pour produire de la nourriture ; c'est un complexe naturel, quasi-climatique, imposé par les facteurs écologiques. C'est un espace témoin d'époque, qui doit tout à l'effort des hommes ; le résultat oblige

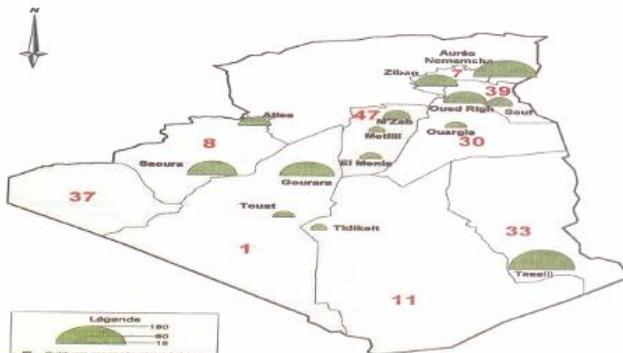
de l'action conjuguée du climat, du sol et de l'eau, que le génie traditionnel et ancien des phœniciculteurs a harmonieusement additionné.

Dans un contexte socio-économique, comme le montrait si bien **Y. Nacib** (1986), la palmeraie et son *ksar* se sont construits pour des raisons objectives : carrefour de routes, eau, complémentarités avec les nomades de la steppe, qu'on peut appeler des atouts économiques ; mais l'outil de leur vitalité, c'est la cohésion sociale assurée par une histoire commune, fut-elle mythique. Cette cohésion est renforcée par le cercle sacré dont le centre est la mosquée, dominant tout le reste de l'espace.

Les conditions économiques qui régnaient lors de la création de beaucoup d'oasis étaient certainement très favorables. Les restes de *Sedrata* prouvent qu'en plein cœur du désert régnait une certaine aisance. A cette époque, l'oasis était le soutien logistique d'une activité commerciale et répondait parfaitement à son objet. Elle devait fournir toute l'année la subsistance de petites agglomérations urbaines condamnées à l'isolement et à l'autosuffisance alimentaire. Cette nécessité seule est à l'origine du mélange des cultures dans les oasis.

L'histoire des régions phœnicicoles est inséparable de l'histoire du grand commerce transsaharien. En effet, à partir du VIII^e siècle, les routes de l'or alimentant le Moyen Orient à partir du Soudan se déplacent de la vallée du Nil, vers le Sahara Occidental et Central. Par le "pont" du massif du Hoggar s'établissent des liaisons entre Soudan et Maghreb Central, aboutissant à *Sidjilmassa* et plus tard à Ouargla. Les royaumes de *Tahert*, *Achir* ou *Qal'at Banou Hammad* ont drainé à eux ces flux qui font la fortune de leurs commerçants et de leurs villes. Leurs capitales, installées aux débouchés des vallées méridiennes ouvrant sur le Nord, contrôlaient ce commerce transsaharien (**M. Côte**, 1993).

C'est à travers cette donne que sont nés différents œkoumènes, dispersés çà et là, à travers tout le Sahara algérien : les *Ziban*, l'*Oued Righ*, le *Souf*, le *Pays de Ouargla*, le *Mzab*, le *Pays d'El Goléa*, le *M'Guiden*, le *Gourara*, le *Touat*, le *Tidikelt*, la *Saoura*, le *Pays de Tindouf*, le *Hoggar* et le



Tassili. (Voir carte).

Les différentes régions phœnicicoles algériennes

Nombreux sont les spécialistes qui s'interrogent avec pertinence quant au devenir des oasis algériennes, parmi lesquels **M. Mainguet** (1995), qui se demandait si : " *la fin du XX^e siècle n'est-elle pas aussi la fin de cette civilisation aussi caractéristique des milieux secs ? L'oasis n'est-elle pas un système d'exploitation de l'espace en voie de disparition, l'ouverture vers l'extérieur, le rattachement à un autre tissu socio-économique et n'exigeant plus de ces espaces qu'ils soient aptes à fournir une production permettant une vie autonome ?* ".

De son côté **S. Ababsa** (1997) signalait que « *la seule vallée de l'Oued Mya comptait plus de trois cents oasis au X^e/XII^e siècle. Elle n'en compte aujourd'hui qu'une vingtaine en cours d'urbanisation administrative. Autant dire de banalisation avant disparition* ».

C'est à travers cette région agro écologique (*Pays de Ouargla*) que nous interpelle l'oekoumène oasien qui connaît actuellement de grands bouleversements à caractère environnemental, sociologique et économique. La présente étude se veut alors une contribution pour dresser un état des lieux (diagnostic) de la situation de l'écosystème oasien.

DIMENSION ENVIRONNEMENTALE

La diversité variétale

La diversité génétique des palmeraies de la cuvette de Ouargla est d'un grand intérêt. Elle pourrait être utilisée localement par les services techniques du développement de la phœniciculture. Cependant cette diversité se trouve menacée par une érosion génétique à cause du délaissement et de la pression de sélection qu'exercent les agriculteurs. Les variétés locales à leur tour représentent une part non négligeable. En Algérie, ils sont plus de 800 cultivars, généralement non commercialisés, qui servent surtout à l'autoconsommation, à l'alimentation du bétail et à la transformation au niveau familial en sous-produits alimentaires. En outre, l'absence d'un grand nombre de cultivars de dattes dans les nouvelles plantations montre que la dynamique de la sélection variétale a connu un certain nombre de changements.

L'augmentation considérable de la proportion du cultivar *Deglet Nour*, la disparition de plusieurs autres cultivars, ainsi que le changement du sens de la sélection des cultivars pourraient être expliqués par :

- ❖ Le changement des habitudes alimentaires de la société : les variétés locales qui constituaient une véritable fortune pour le producteur saharien et sa famille, sont devenues actuellement inconnues.
- ❖ L'exode rural : un grand nombre de cultivateurs sahariens ont quitté leurs oasis pour s'intégrer avec la société industrielle.
- ❖ L'économie du marché : l'exemple banal de l'influence du marché sur la diversité variétale est la multiplication considérable du cultivar *Deglet Beïda* dans les nouvelles plantations de mise en valeur ; cette variété a

connu une demande importante au niveau du marché national pour être exportée vers les pays subsahariens (Mali, Niger, Sénégal, ...).

Selon **S. Hannachi** et **Khitri D.** (1991), en comparant la liste des cultivars recensés actuellement à celle donnée par **R.W. Nixon** en 1949, lors des prospections américaines à Ouargla, on remarque la disparition de quatre cultivars (*Ba Khaled, Outig, Tafilala* et *Tazerzaït*).

Problème de la remontée des eaux

La région de Ouargla souffre depuis longtemps d'un excès d'eau dont l'origine est la remontée du niveau de la nappe phréatique ; cette situation a créé de graves atteintes à l'environnement dans la zone urbaine et agricole. Les effets nuisibles de la remontée des eaux dans la cuvette sont atténués par l'existence de réseaux de drainage par canaux à ciel ouvert dans les palmeraies, ainsi que d'un collecteur des eaux usées par pompage vers la zone d'*Oum er Raneb*, située à huit (08) Km de la ville de Ouargla. La cause principale de la remontée des eaux dans la cuvette de Ouargla est d'ordre morphologique : une topographie très plane conjuguée à un manque d'exécutoire naturel ; cette situation est aggravée par une irrigation non contrôlée des palmeraies (submersion).

Le béton : Un phénomène sans précédent

Des sites remarquables aux plans historique et culturel ont été ainsi délaissés et sont aujourd'hui complètement dégradés (*ksour*). C'est ainsi que le béton prend une ampleur sans précédent au détriment de l'espace phœnicicole. En somme, de plus en plus de régression de l'écosystème oasien au profit d'une urbanisation incontrôlée, car de nouvelles surfaces initialement cultivables, sont absorbées par les constructions, surtout dans les zones limitrophes aux agglomérations. Même si la législation en vigueur interdit l'abattage des arbres productifs. Les propriétaires des exploitations concernées délaissent leurs palmeraies ou leur "jardin" jusqu'au dépérissement des palmiers pour pouvoir par la suite entamer des constructions. De même que de nouvelles surfaces susceptibles d'être mises en valeur pourraient connaître une autre destination (urbanisation), si des études préalables ne se faisaient pas de manière plus réfléchie et mieux raisonnée. Désormais, on est en présence d'un véritable dilemme, où une opposition antique espace oasien/construction (dualité espace rural urbanisation).

Dimension sociale

La pratique de l'activité agricole au Sahara ne peut se faire qu'à travers des coutumes agraires, et dans un élan communautaire. Chose qui s'explique parfaitement par le très fort attachement à la terre et au dattier. C'est une règle qui ne réduit guère à sa juste valeur l'oasis comme un milieu de production. Nos aïeux se sont appropriés cet espace pour l'habiter, puis l'exploiter et enfin le faire produire.

Le phénomène héritage

Le maintien de la cohésion familiale est d'un intérêt capital pour la promotion de la vie quotidienne en milieu oasien : ne pas diviser le patrimoine, concentrer les revenus d'origines diverses, utiliser les économies que permet la consommation familiale, entretenir certaines

normes d'organisation ancienne dans la vie quotidienne. Néanmoins ce maintien n'est pas toujours de règle : quelle attitude prendra-t-on, une fois le chef de famille disparu ? En effet, le système oasien est soumis depuis toujours à la loi de l'héritage, à l'évolution de la famille et donc du droit à la succession basé sur les préceptes de la religion. Le phénomène héritage pourra se présenter comme étant l'une des causes à l'origine d'un déclin de l'écosystème oasien du fait qu'il est soumis en permanence au morcellement, à un point où l'on observe plusieurs héritiers propriétaires de quelques pieds seulement. Ce à quoi est arrivé **AeH. Senoussi** (1999), où il a pu observer une véritable atomisation du patrimoine phœnicicole.

Dimension économique

L'espace oasien est un véritable œkoumène, car il désigne un îlot de vie sociale (religieuse, culturelle, etc.) et d'activités économiques (agriculture, artisanat, commerce, petits métiers, etc.). C'est dans ce contexte socio-économique, comme le montrait si bien **Y. Nacib** (1986), que la palmeraie et son *Ksar* se sont construits pour des raisons objectives : carrefour de routes, disponibilité de l'eau, complémentarités avec les nomades de la steppe, qu'on peut appeler des atouts économiques ; mais l'outil essentiel de leur vitalité, c'est la cohésion sociale, assurée par une histoire commune, fut-elle mythique. Le palmier dattier est le dispensateur de toutes choses.

Cependant à l'aube du XXI^e siècle, l'oasis est confrontée à certaines contraintes de nature économique ; c'est ainsi que sa reproductibilité et son devenir sont remis en cause. **AeH. Senoussi** (1999), signale qu'un point essentiel concerne les échanges et plus largement, les relations avec cet environnement. Les ressources, contraintes, incitations et perturbations affectent l'oasis considérée, mais leur impact dépend de caractéristiques intrinsèques qui font l'autonomie du système. Les éléments de cet environnement ne sont pas sans relations : il faut considérer les mesures de politique agricole affectant directement l'exploitation agricole et il est facile de constater que c'est un univers qui se complexifie. Les dimensions socio-économiques sont mal prises en compte.

Ces aspects économiques font en sorte qu'il est impératif de s'interroger sur les lendemains de cet écosystème, au risque de le voir menacé de disparition.

La diversité des ressources et des besoins d'une grande ville ne doivent pas laisser supposer que les équilibres du marché suffisent à eux seuls pour assurer un développement harmonieux. Désormais toute mise en valeur agricole doit s'accompagner de textes réglementaires obligeant à respecter les potentialités naturelles ; comme on fait des plans d'occupation des sols pour l'urbanisation, il faut concevoir une politique d'organisation de la structure générale des périmètres périurbains. Et avec l'expérience, nul ne peut douter que se dégageront des méthodes,

des règlements et des lois qui feront de l'espace agricole périurbain une oasis nouvelle.

Cette agriculture périurbaine est destinée à l'alimentation en fruits et légumes frais, protéines d'origine animale des principales agglomérations sahariennes (*Ziban, Oued Righ, Souf, Ouargla*). La zone périurbaine doit associer, pour de raisons purement agronomiques, productions végétales et animales. Si ce type d'agriculture voit sa justification dans la proximité d'un marché à satisfaire, il subit aussi les effets de la ville proche, avec l'exercice d'une rude concurrence pour l'occupation des sols, pour l'utilisation des ressources en eau et même pour l'emploi. Autant de raisons qui exigent des exploitations agricoles une sérieuse productivité. Celle-ci est facilitée par la présence en agglomérations urbaines de commerçants et d'artisans entre autres.

Comme il nous semble bien évident que les véritables agriculteurs ne peuvent normalement survivre hors de la proximité des *ksour*, de leurs écoles et de leurs hôpitaux. Si on veut satisfaire pleinement et à long terme tous les acteurs en quête d'un emploi et donc d'un statut social valorisant, il faut initier des regroupements villageois, ébauches de *ksour* ou petites villes qui reconstitueront le couple *ksar* - oasis qui a traversé l'histoire.

Désormais, il va falloir s'accorder à définir les véritables missions à assigner aux différentes régions agroécologiques, en prenant en considération la spécificité, voire la vocation des terroirs phoenicicoles. C'est à partir de là que l'on pourra envisager la création de nouveaux bassins de production, à même de ponctuer une nouvelle vision régionale où on pourra imaginer des rôles aussi significatifs à l'image des petites oasis de la *Saoura (Taghit, Béni Abbès)*, en les mettant en situation d'exploiter le gisement touristique formidable qui représente leur situation en bordure d'un Grand Erg : on pense plus spécifiquement à l'agrotourisme. Le Mزاب par exemple, peut être lié au commerce ; en fait il s'agit de la mise en place d'un aménagement basé sur les atouts que recèle chaque région.

Compte tenu de certaines données, on constate immédiatement la fonction économique du secteur. En outre, il y a des conclusions écologiques qui s'imposent. Le système de production phœnicicole permet de conserver les vallées en tant qu'espaces vivables pour les êtres humains et pour les animaux, grâce à la capacité du palmier de créer un ombrage et de protéger le sol d'un ensoleillement intense.

Comme il ne faut pas négliger le fait que la culture est grande consommatrice d'eau, cette dernière demeure un facteur extrêmement rare dans les zones en question. Dans l'intérêt d'une durabilité du système de production, il est impératif de veiller à un équilibre entre l'utilisation des eaux souterraines et l'alimentation des nappes phréatiques. La question qui se pose est celle de savoir si la commercialisation, telle qu'elle a été pratiquée et influencée, a eu un

effet en faveur ou au détriment de la production et de l'offre d'une large gamme de variétés ?

D'emblée il faut constater que l'orientation de la production vers l'exportation et la création de l'image du marché de la *Deglet Nour* algérienne pendant la période coloniale ont fortement orienté la production vers la variété « labellisée » (*Deglet Nour*). Cette tradition a été maintenue par la suite, et ses effets se font encore ressentir aujourd'hui, non seulement sur le commerce extérieur, mais aussi sur un circuit orienté vers l'approvisionnement du marché national.

Pourtant, la tendance sur le marché national ne paraît pas invisible. Les observations et les entretiens ont révélé que le consommateur achète la *Deglet Nour* car elle est là ; ce n'est pas forcément par conviction qu'il se décide pour la *Deglet Nour*. Il se laisse plutôt guider par une habitude. La *Deglet Nour* est bien introduite sur les marchés et elle est connue, tandis que d'autres variétés ne sont pas connues par le consommateur tellien. Si d'autres variétés étaient offertes sur le marché et si on informait le consommateur sur la qualité propre à chacune d'elles et sur le large éventail de leur utilisation, à l'aide de campagnes d'informations publicitaires, il y a de fortes chances que l'on puisse influencer son choix et ses habitudes de consommation en leur faveur, autant qu'à celle de la *Deglet Nour*. La valorisation de la biomasse phœnicicole et la conservation *in situ* s'avèrent être un passage obligé.

Si l'oasis est connue à travers sa définition la plus simple et la plus générale comme une enclave agricole dans ou à la bordure d'un désert, elle est une rupture dans l'aridité du milieu environnant et pourrait dès lors se définir par l'effet de contraste entre l'îlot de verdure dense qu'elle constitue, et les étendues arides ou semi-arides dans lesquelles elle se localise. L'oasis est une aire de vie sédentaire dans un contexte que la faiblesse des précipitations prédispose au nomadisme, ou à la transhumance, ou encore une aire de contact entre deux modes de vie différents, qui se raisonnent à travers une complémentarité à de multiples niveaux : commercial, social et culturel. Ainsi donc, on peut l'assimiler à un véritable œkoumène et que, désormais, il faudra prendre en compte la mise en valeur de nouveaux espaces oasiens autour des agglomérations mères (agriculture périurbaine).

L'œkoumène oasien demeure le soutien logistique d'une activité commerciale et répond parfaitement à son objet. Il devrait fournir toute l'année les subsistances de petites agglomérations urbaines condamnées à l'isolement et à l'autosuffisance alimentaire. C'est ainsi que l'œkoumène oasien peut être appréhendé comme un agro-écosystème, c'est-à-dire qu'il est socio-économico-agro-écologique issu d'une intervention agricole de l'homme organisé en communauté.

Par ailleurs l'action de l'homme, en matière de développement, doit être reconsidérée, car elle laisse ses marques sur les écosystèmes établis (l'oasis en est un). S'étant faite sentir, depuis fort longtemps, mais

faiblement, elle s'est maintenant étendue et amplifiée en raison des moyens mécaniques et chimiques gigantesques mis en œuvre.

C'est ce qui a d'ailleurs amené **Defarges** (1991) à dire : *« produire, c'est détruire, mais à détruire pour produire plus, les hommes épuisent ce qui les fait vivre et les dégâts de leur activité menacent aujourd'hui les conditions même de la vie sur terre. Ils doivent apprendre à gérer leurs destructions aussi bien que leur production »*.

Le futur de cet espace qu'on espère propice peut être envisagé, et ce, grâce à la mise en place d'un programme de développement intégré où toute la stabilité et la reproductibilité du milieu social autant que celles du milieu productif, ne risqueraient d'être compromises.

L'œcoumène oasien est un patrimoine, un bien de nous tous, beaucoup plus un emprunt à nos enfants qu'héritage de nos parents.

Références bibliographiques

- ABABSA S.**, (1997) : « L'oasis : une réalité et un concept pour un développement multidimensionnel durable ». In El Watan, du 14, 15, 16 et 17 septembre 1997, quotidien national, Alger
- BALDY Ch.** (1986) : Agro météorologie et développement des régions arides et semi-arides. INRA, PA, 114 p.
- BRAC DE LA PERRIERE R. A.**, (1988) : Evolution des biocénoses sahariennes et dynamiques récentes des agrosystèmes oasiens. In Séminaire des premières journées de la recherche, Tizi-Ouzou, Algérie, pp 13-27.
- COTE M.**, (1998) : « Des Oasiens malades de trop d'eau ». In Revue Sécheresse N° 9 (2), P. 124.
- COTE M.**, (1993) : L'Algérie ou l'espace retourné. Média Plus/Constantine, Algérie, 362 p.
- DEFARGES** (1991) : « L'état de la planète ». In Environnement et Gestion de la Planète. Ed. Cahiers français, Coll. La Doc. Française N° 250, pp 9 -14.
- HANACHI S.** et **KHITRI D.**, (1991) : Inventaire et identification des cultivars de dattiers de la cuvette de Ouargla : organisation de la variabilité. Mémoire Ing, INFAS, Ouargla, 58 p.
- MAINGUET M.**, (1995) : « Espace oasien, mutation, déclin ou renouveau ? » In l'Homme et la Sécheresse, Masson, Paris, pp 239 -264.
- NACIB Y.** (1986) : Introduction à la géologie du Sahara algérien. SNED, Alger, 422 p.
- NIXON R.W.**, (1949) : Prospection américaine à Ouargla. 34 fiches de caractérisation des dattes, document multigraphié.
- PLINE L'ANCIEN**, (23/79) : Histoire naturelle. XVIII, S.N., Paris, 246 p.
- SENOUSSI AeH.**, (1999) : Gestion de l'espace saharien en Algérie ; symbiose ou confrontation entre systèmes de production en milieu agricole et pastoral – Cas de la région de Ouargla – Thèse de Doctorat Etudes Rurales «Développement Rural». Université de Toulouse le Mirail, Toulouse II, France, 404 p.

ETUDE DE LA DIVERSITE GENETIQUE DU PALMIER DATTIER DE LA REGION D'EL-MENI'A

Allam AeK.¹, Açourène S.¹, Chouaki S.², Djaafri K.¹, Taleb B.¹ et Tama M.¹

¹ INRAA, Station expérimentale de Sidi Mehdi. BP 17 Touggourt. Tél : 029 69 31 61 - Fax : 029 69 32 88 - Email : allam_abdelkader2002@yahoo.fr

² INRAA, CRP Baraki Alger

RESUME

Dans la région d'El-Meni'a, le palmier dattier occupe une place très importante, avec une superficie de 20,89 % de la surface agricole totale de la wilaya de Ghardaïa (8 150 ha), en association avec des arbres fruitiers et des cultures sous jacentes (maraîchères et fourragères).

En outre, plus de 45 cultivars de palmiers dattiers ont été dénombrés ; toutefois, la plupart des cultivars recensés sont menacés d'érosion, compte tenu de leur faible intérêt économique.

La région d'El-Meni'a se caractérise par l'existence de 3 types de plantations :

- Plantations traditionnelles : déterminées par une grande diversité variétale ; elles renferment l'ensemble des cultivars du palmier dattier associés à d'autres cultures d'arbres fruitiers (grenadier, citronnier, figuier, abricotier, pommier, ...) et des cultures sous jacentes (maraîchères et fourragères).

- Plantations modernes : définies par une très faible diversité variétale, se limitant aux deux principaux cultivars : *Deglet Nour* et *Ghars*.

- Plantation de mise en valeur : conservant encore une diversité variétale, même si elle est moins importante par rapport aux plantations traditionnelles ; le nombre de cultivars de palmiers dattiers dans ce cas varie d'une exploitation à une autre : on peut trouver jusqu'à 15 cultivars dans une même exploitation.

Néanmoins, sur l'ensemble des cultivars dénombrés, seulement cinq présentent une importance économique réelle : *Deglet Nour*, *Ghars*, *Timjouhart*, *Hmira* et *Tinaceur* ; les autres sont rares et produisent des dattes de faible valeur marchande.

Enfin, plus de 90 % des cultivars inventoriés sont menacés d'érosion car :

Soit qu'ils sont âgés et ne produisent plus de rejets.

Soit qu'ils sont très rares (même s'ils produisent des rejets).

Mots clés : *Diversité génétique, Palmier dattier, Cultivars, El-Meni'a, Erosion.*

Introduction

La région d'El-Mni'a couvre une superficie phœnicicole de 1 703 ha pour un nombre total de palmiers de 201 850 dont 20.85 % représentés par la *Deglet Nour* et 11.44 % par le *Ghars* (DSA Ghardaïa).

Concernant la diversité génétique, cette région possède un patrimoine génétique important, qui est à l'origine des deux formes de patrimoines : celui lié à l'existence de millions de palmiers dattiers hybrides provenant de semis de graines et celui provenant de la reproduction végétative. Ainsi, le nombre de cultivars de palmiers dattiers recensés est estimé à plus de 45 sur les 800 cultivars catalogués en Algérie (Hannachi et Khitri, 1993).

Toutefois, la plupart des cultivars dénombrés sont menacés d'érosion, car ils représentent un intérêt économique réduit.

Pour toutes ces raisons, l'inventaire, l'étude de diversité génétique et la sauvegarde des cultivars menacés d'érosion, s'avèrent nécessaires.

Les objectifs visés par cette étude se résument à :

- L'inventaire systématique des cultivars.

- La connaissance et la caractérisation de ces cultivars.
- La sauvegarde des cultivars présentant des rejets par la création de collections.
- La constitution d'une banque de gènes.

1/ Méthodologie d'approche

La méthodologie d'approche que nous avons adoptée est basée sur deux étapes essentielles :

1.1/ Echantillonnage

Cette étape est subdivisée en deux phases :

1.1.1 - Phase d'enquête et de repérage : Durant cette phase on a repéré les zones d'échantillonnage selon la situation géographique, l'ancienneté et l'importance de la diversité génétique : par ailleurs, chaque zone a été subdivisée en palmeraies, et chaque palmeraie en lieux et chaque lieu en exploitations.

1.1.2 - Phase d'échantillonnage : Elle consiste en un inventaire de l'ensemble des cultivars se trouvant dans chaque palmeraie. L'échantillonnage concerne seulement les cultivars sélectionnés par les phoeniculteurs (appellations locales) et qui ont fait l'objet d'une multiplication (Anonyme, 1990).

1.2/ Identification des cultivars : Il s'agit d'établir une fiche descriptive pour chaque cultivars sur laquelle on note les éléments suivants :

- Localisation de l'exploitation.
- Types d'exploitations (Traditionnelle, Moderne, Mise en valeur).
- Nom vernaculaire du cultivar.
- Sens du nom.
- Importance en nombre.
- Répartition géographique (Très rare, Rare, Peu fréquent, Fréquent, Abondant).
- Production de rejets.
- Date de maturité du fruit.
- Multiplication (dans quel type de plantation).
- Quelle est la destination des dattes produites par ces cultivars ?

2/ Résultats et discussions

2.1/ Caractéristiques des palmeraies

Lors de nos prospections on a pu distingué trois types de plantations (tableau n°1) :

Tableau 1 : Caractéristiques des palmeraies de la région d'étude

Palmeraies	Palmeraies traditionnelles	Palmeraies modernes	Terrains de mise en valeur
Caractéristiques	- Plantation âgée - Non alignée - Forte densité - Grande diversité génétique	- Plantation âgée - Alignée - Faible densité - Très faible diversité génétique	- Jeune plantation - Alignée - Ecartement intermédiaire (densité moyenne) - Faible diversité génétique

2.2/ Importance des cultivars

Au cours de nos prospections d'inventaire dans les palmeraies des régions d'El Mni'a, on a recensé 37 cultivars.

En tenant compte de l'effectif total du patrimoine phoenicicole dans ces régions (83 700 palmiers *Deglet Nour*, 18 900 palmiers *Ghars* et 99 250 palmiers des autres variétés) (DSA de Ghardaïa 2004), la diversité génétique est considérée faible par rapport au nombre total de palmiers .

Dans cette région, la composition variétale se présente comme suit :

- 41.46 % *Deglet Nour* ;
- 9.36 % *Ghars* ;
- 49.17 % des variétés communes.

2.3/ Diversité génétique selon le système de plantation

Sur l'ensemble des cultivars recensés, la diversité variétale diffère d'un système de plantation à l'autre ; pour cela on distingue :

a/ Plantation traditionnelle : C'est là où on trouve la totalité des cultivars (la diversité génétique est d'autant plus important que les palmeraies sont anciennes).

b/ Plantation moderne (de type colonial) : Présente une majorité de cultivars *Deglet Nour* (80 %), avec quelques dizaines de pieds *Ghars*.

c/ Mise en Valeur : Dans les zones d'extension et de mise en valeur, nous avons noté, à coté des principaux cultivars, la préservation encore de quelques cultivars tels que : *Tansrit*, *Timjouhart*, *Tinaceur*, *Hmira*, *Cheikh* et *Degla Beidha*, ainsi que d'autres variétés issues du noyau non sélectionnés, mais appréciées des agriculteurs. On a pu trouver jusqu'à 10 cultivars dans une même exploitation. Cette composition variétale varie selon la zone et le choix des agriculteurs.

Tableau 2 : Importance de la diversité génétique selon le type de plantation

Palmeraies	Palmeraies traditionnelles	Palmeraies modernes	Terrains de mise en valeur
Total des cultivars	37	2	8
Pourcentage (%)	100 %	5.40 %	21.62 %

Dans la région d'El Mni'a, les plantations dites traditionnelles renferment l'ensemble des cultivars. Par contre, dans les plantations dites modernes (de type colonial), on n'a dénombré que 2 cultivars, à savoir ; *Deglet Nour* et *Ghars*. Enfin, dans les plantations de mise en Valeur, on a compté 8 cultivars, à savoir : *Deglet Nour*, *Ghars*, *Tansrit*, *Timjouhart*, *Tinaceur*, *Hmira*, *Cheikh* et *Degla Beidha*.

Il s'avère que cette région recèle encore une certaine diversité génétique du dattier, mais qui reste relativement faible (37 cultivars), par rapport à la vallée de Ghardaïa, où il a été recensé plus de 60 cultivars (Allam et al., 2004). Toutefois, la région d'El Mni'a présente une diversité génétique élevée par rapport à la région de Metlili (33 cultivars) et la région de Berriane (40 cultivars) (Allam et al. 2004).

Par ailleurs, le nombre de cultivars recensés varie d'une zone à une autre, d'une palmeraie à une autre et au sein d'une même palmeraie, il varie d'une exploitation à une autre. Toutefois, par rapport au nombre

total de palmiers, cette diversité génétique est faible. Ainsi, une orientation nette vers la *Deglet Nour* et *Ghars* est notée. A cet effet, le cultivar *Deglet Nour* représente plus de 40 % par rapport au nombre total de palmiers. Ensuite, vient *Ghars* avec 9.36 %.

Par contre, les autres cultivars (35) représentent moins de 50 %.

Enfin, dans ces deux régions, les cultivars, *Deglet Nour*, *Ghars* et *Degla Beïdha* constituent plus de 50 % du patrimoine phoenicicole, alors que les autres cultivars représentent à peine 49 %. Le manque d'intérêt accordé par les phoeniciculteurs aux cultivars produisant des dattes de qualité moyenne et faible est probablement responsable de cet appauvrissement du *pool* génétique.

3/ Distribution géographique de la diversité génétique

Les résultats obtenus montrent que les trois principaux cultivars, *Deglet Nour*, *Ghars* et *Hmira*, sont abondants et ont une aire de répartition très large (tableau n°3).

Tableau 3 : Distribution géographique des cultivars de palmier Dattier

(Phoenix dactylifera L.)

Importance	Abondants	Fréquents	Rares
Cultivars	<i>Deglet Nour, Ghars, Hmira</i>	<i>Timjouhart, Tinaceur, Timedwel</i>	Reste des cultivars
Total	3	3	31
%	8.10	8.10	83.78

Par ailleurs, certains cultivars sont fréquents ou peu fréquents ; ces derniers se trouvent dans plusieurs palmeraies ; c'est le cas des cultivars, *Degla Beïda*, *Hmira*, *Tafzwine*, *Tamsrit*, *Tilemssou*, *Timjouhart*, *Tinaceur*, etc.

D'autre part, d'autres cultivars se trouvent uniquement dans une exploitation donnée, ce sont des cultivars très rares, tels que : *Tadmama*, *Grine Ghazel*, *El Ouardia*, *Ouarglia*, *'Adjina*, *Boufaggous*, etc.

4 / Erosion génétique

Les résultats obtenus montrent que la plupart des cultivars recensés ne sont pas multipliés pour plusieurs raisons, entre autres : la faible valeur marchande des dattes produites par ces derniers et le manque de rejets pour certains. A cet effet, les agriculteurs de ces deux régions s'orientent vers une minorité de cultivars ayant une valeur marchande plus ou moins élevée.

Ainsi, dans les terrains d'extension et de mise en valeur de la région d'El Mni'a, seulement 8 et 12 cultivars sont multipliés, en l'occurrence : *Deglet Nour*, *Ghars*, *Timjouhart*, *Hmira*, *Tamsrit*, *Tinaceur*, etc. Par conséquent, à part les cultivars qui sont plantés dans ces nouveaux périmètres, les autres sont menacés d'érosion à moyen terme, si des actions de sauvegarde ne sont pas entreprises dans l'immédiat.

Par ailleurs, les enquêtes réalisées avec les agriculteurs de la région montrent que certains cultivars non inventoriés lors de nos prospections ont disparus et ne se trouvent nulle part. Parmi ces cultivars nous citerons : *Ahartane*, *Dguel Marga*, *Kahlaya*, *Kounta*, *Sbaa Loucif*, *Tindekkane*, *Tinhoude* et *Azerza*.

Conclusion

En conclusion, on peut dire que la région d'El Mni'a recèle une diversité génétique plus ou moins importante (37 cultivars).

L'importance du patrimoine génétique s'explique par diverses raisons. La propagation par rejets et donc la création de cultivars remonterait très loin dans le temps, l'isolement des oasis, et donc, la difficulté des échanges de variétés et enfin, les meilleurs palmiers qui apparaissaient dans chacune des oasis ont été sélectionnés et multipliés.

Seulement trois cultivars ayant une valeur marchande élevée, *Deglet Nour*, *Ghars* et *Hmira*, ont une distribution géographique large.

Aussi, dans les exploitations nouvellement mises en valeur, uniquement huit cultivars en moyenne qui sont plantés. Ceci contribuera à moyen terme à une érosion génétique phœnicicole.

En outre, plus de 30 cultivars recensés sont menacés d'érosion, car âgés et ne produisant plus de rejets et parfois arrachés par les agriculteurs au profit de la *Deglet Nour*.

D'autre part, la préservation de cette diversité génétique nécessite une valorisation des dattes produites par ces cultivars et la sensibilisation des différents intervenants dans le secteur de l'agriculture.

Enfin, la sensibilisation des phœniculteurs sur le danger du *Bayoudh* qui menace ce patrimoine, est souhaitable, ainsi que la conservation *in situ* par la mise en place de collections de cultivars de dattiers.

Références bibliographiques

ALLAM A., ACOURENE S., et TALEB B., 1999 : Inventaire, caractérisation et conservation des cultivars de palmier dattier de la région d'Oued Righ. 2^{èmes} Journées Scientifiques de l'INRAA. Tome 2 - Touggourt.

ANONYME, 1990 : Atelier Maghrébin sur la méthodologie de prospection. El-Goléa.

ANONYME, 1996 : Statistiques agricoles 1996. Série A, Palmiers dattiers.

BELLABACI H., 1994 : Contribution à l'évaluation du patrimoine génétique phœnicicole du Sud-est Algérien. Journées du Djebbar. Touggourt 12 - 13 - 14 Avril. I T D A S El Arfiane.

CHETHOUNA A., 1992 : Inventaire et caractérisation de dattier dans deux régions du Sud-est Algérien Souf et Tassili. Thèse d'Ingénieur en Agronomie Saharienne ITAS.

HANNACHI S., et KHITRI D., 1991 : Inventaire et Identification des cultivars de dattier de la Cuvette de Ouargla. Thèse d'Ingénieur en Agronomie Saharienne ITAS. 58 p.

HANNACHI S., KHITRI D., BENKHALIFA A., BRAC de la PERRIERE R.A. 1998 : Patrimoine variétal de la palmeraie algérienne. Ed. CDARS-URZA, 255 p.

MUNIER P., 1973 : Le palmier dattier. Ed. Maisonneuve et Larose. 221 p.

UN SYSTEME D'INFORMATION AU SERVICE DES RESSOURCES GENETIQUES DU PALMIER DATTIER ET DE LA LUTTE CONTRE LA FUSARIOSE ?

Benkhalifa A.

*Département des Sciences Naturelles. Ecole Normale Supérieure. Vieux Kouba, Alger
a.benkhalifa@ens-kouba.dz*

RESUME

Pour désigner les ressources génétiques du palmier dattier, cinq catégories ont été définies. Si l'intérêt pour ce patrimoine naturel est important, sa prise en charge et la stratégie de sa gestion font défaut.

En Algérie, malgré les différentes pressions humaines et environnementales, la sauvegarde du patrimoine phœnicicole n'est pas encore sérieusement définie. Or, l'approche des ressources génétiques, appliquée au palmier dattier pendant ces deux décades, constitue un modèle d'étude et de recherche, où le principe des équipes d'horizons différents a été adopté.

Les résultats relatifs aux prospections mettent en relief les avantages de la collaboration institutionnelle entre : universités, centres de recherches, agences de développement, etc.

La cartographie du *Bayoud*, l'inventaire variétal et la formation des cadres témoignent de l'existence d'une volonté exemplaire pour rendre service à la nation. Cependant, l'équipe du palmier dattier en Algérie, comme partout ailleurs, souffre encore d'une carence de synergie et d'objectivité. Un mécanisme d'information et de communication pourra minimiser les pertes de données et augmentera la chance d'aller au delà des résultats obtenus.

En vue de pérenniser les actions de formation et de production, il est nécessaire de poursuivre les activités au sein d'un consortium de recherche. Les équipes doivent se constituer en réseau efficace et bénéfique pour les générations futures.

Les descripteurs du palmier dattier alignés au standard de l'IPGRI sont édités. Que fait-on avec ? Le CRSTRA, qui n'a pas encore intégré cette approche communautaire, doit saisir l'occasion pour adopter les TIC au profit des ressources génétiques du palmier dattier et de la lutte contre la fusariose.

Il s'agit de mettre en ligne une base de données permettant aux différents actionnaires algériens de saisir les accessions inventoriées et introduire les résultats de leurs observations quant aux efforts de caractérisation ou d'évaluation.

L'équipe du palmier dattier pourra enfin utiliser les sources communes d'informations alignées aux moyens de communication de nos jours.

Mots clés : *Ressources génétiques, palmier dattier, TIC, descripteurs, palmeraies algériennes. Fusariose (Bayoud), inventaire variétal.*

Introduction

En Afrique du nord, les oasis traditionnelles se caractérisent par les palmeraies qui se distinguent des autres systèmes agricoles par une précocité de production et une diversité biologique exceptionnelles.

En plus de la diversité des palmiers dattiers, les cultures associées, espèces arboricoles, céréalières, maraîchères, fourragères, médicinales et condimentaires, renferment également une richesse biologique appréciable.

Les oasis sont également propices à une sélection d'espèces animales diverses ayant à la fois des adaptations éco-génétiques et répondant aux exigences des populations. La coexistence entre les espèces domestiques et les spécimens spontanés est le plus souvent évidente.

A l'intérieur des oasis ou ailleurs, les ressources génétiques du palmier dattier (annexe 1) peuvent être regroupées dans cinq catégories différentes :

1. Les cultivars traditionnels.
2. Les populations naturelles de l'espèce.
3. Les parents sauvages qui sont les autres espèces du genre *Phoenix*.
4. Les variétés évoluées obtenues grâce aux croisements dirigés.
5. Les mutations induites et les fusions de protoplastes.

Les cinq catégories ne sont pas représentées de la même manière, mais présentent chacune un intérêt particulier, pour les programmes d'amélioration de l'espèce cultivée. Elles sont toutes ciblées par les chercheurs, en vue de les inventorier, de les caractériser et de les sauvegarder pour le futur.

L'approche "ressources génétiques" regroupe des activités de base sur le terrain et au laboratoire (inventaire et caractérisation), ainsi que des activités de sensibilisation, de communication et de mobilités pour concrétiser des actions sur le terrain au sein des communautés et à l'intérieur des équipes et des institutions. L'objectif à atteindre consiste en la définition d'une stratégie de conservation *in situ* et *ex situ* et sa mise au service de programmes d'amélioration et de développement de la culture du dattier.

A travers ces vingt dernières années, plusieurs équipes ont consacré leurs efforts à sillonner les oasis des différentes régions phœnicicoles en Algérie. Malgré les résultats relatifs à la cartographie du *Bayoud* (Brac de la Perrière et Benkhalifa, 1991), l'inventaire variétal, qui s'élève à un millier de cultivars (Hannachi et al., 1988) et la standardisation des descripteurs (IPGRI, 2005), il reste beaucoup de choses à faire. Il n'existe encore ni de recueil détaillé par région, ni pour décrire les accessions répertoriées au sein même des collections.

Les acquis et les faiblesses

La politique agricole en Algérie encourage essentiellement les extensions à l'aide de création de nouveaux périmètres, alors que le maximum des ressources génétiques est entretenu dans les terres anciennes, souvent morcelées ou parfois en déclin. Dans les nouveaux périmètres, les agriculteurs, ou les bénéficiaires, ne transplantent qu'un petit nombre de variétés. Ils sont le plus souvent intéressés par l'élargissement des superficies et la modernisation des techniques culturales. Parfois, les superficies anciennes sont abandonnées. Le cas du palmier dattier est très alarmant, car les agriculteurs ne replantent, le plus souvent, que le cultivar majeur, largement vulgarisé et ayant un statut sur le marché : *Deglet Noor*. Les autres cultivars ne sont plantés qu'en additionnel, ou dans les régions où *Deglet Noor* n'est pas adaptée.

Si l'on revient aux cinq catégories de ressources génétiques (Annexe 1), nous comprenons qu'il y a peu de travaux relatifs à la description des accessions mises en collection, au sein des institutions publiques, ou chez les particuliers. Il existe en Algérie une dizaine de collections. Les anciennes sont celles de l'INRAA (à Touggourt et à Adrar) les plus récentes sont celles de l'INPV à Ghardaïa, du LRZA à El Goléa, ou celle du domaine Dhaouia à El Oued et celle de Sonatrach à

Gassi Touil. Par ailleurs, il faut signaler l'existence de spécimens hybrides appartenant à plusieurs espèces du genre *Phœnix* au Jardin d'Essai du Hamma à Alger.

L'évolution des prospections (Tableau 1) montre clairement l'adoption d'une méthodologie (Collectif, 1990), la disponibilité du temps, et la formation des cadres.

La diversité par région s'élève à plus de deux cents cultivars dans le Gourara, les Aurès - Lememcha et au Tassili.

Dans chaque région, certaines zones modèles ont été retenues, bien que d'autres ne soient pas encore couvertes.

Des palmeraies marginales comme Tindouf, Abalessa à Tamanrasset et Mdoukel à Batna, ou encore symboliques, comme celle de Boussaâda, ne sont pas encore prospectées.

Sans ce travail répétitif et évolutif, on n'aurait jamais obtenu de telles informations. Dans n'importe quelle région le travail pourra être repris par d'autres et à chaque campagne l'inventaire doit être complété.

Cet inventaire exhaustif a évolué et logiquement les données sont enrichies.

Toute présentation qui s'éloigne du standard ne facilitera pas l'échange et l'analyse de données.

C'est ainsi que l'on ne peut plus, par exemple, exploiter de la même manière les données du catalogue des variétés de dattes des palmeraies de l'Est en Algérie (Belguedj, 2002).

La cartographie du *Bayoud* (Brac de la Perrière et Benkhalifa, 1991) a été dressée, au début des années 1990. Il y a plus d'une quinzaine d'années déjà, et nous savons que de nouveaux foyers sont apparus. Le plus alarmant est celui de Zelfana, entre Ghardaïa et Ouargla. Les premiers symptômes ont été observés par les collègues de l'INPV de Ghardaïa au début des années 2000, et malheureusement aucune opération d'éradication n'a été pratiquée.

A la suite de ces actions d'inventaire de la biodiversité des dattiers, l'évaluation de la résistance au *Bayoud*, donne un listing de 10 cultivars dont la résistance, ou la tolérance, s'est montrée convaincante pour les agriculteurs *in situ*. Il s'agit de 'Ajina à Ouakda (Bechar), *Mcharret* à Beni Abbès, 'Adam Figuig, *Timjouhart* et *Timaser* au Gourara, *Taqerbuch* au Touat, Gourara et Tidikelt, *Ghares* à Bouda (Adrar), *Akerbuch*, *Azerza* et *Takermust* à Metlili et dans le M'Zab.

Le travail d'inventaire n'est pas encore achevé, puisque sur plus de mille cultivars recensés, 640 ont pu être échantillonnés.

Le reste, à cause de leur rareté, n'a pu être décrit.

Par ailleurs la reprise (2001-2005) de certaines régions comme le M'Zab avec plus de temps, a permis d'atteindre les 170 cultivars au lieu de 80 recensés auparavant dans les années 1990.

Tableau 1. Planning de prospections et inventaire variétal du palmier dattier en Algérie

Région	Zones prospectées	Année	Participants	Nbre de cultivars recensés	Nbre de cultivars Echantillonnés (caractérisés)
Touat-Gourara	Tinerkouk, O. Aissa, Deldoul, Bouda, Tout El-Henna	1984	R.A. Brac de la Perrière et L. Hassani (URZA) B. Moussaoui (INRAA) A. Zaki (INRAA)	223	144
Saoura	Ksabi, Timoudi, Kerzaz, Agdal, Beni Abbès, Igli, Taghit, Tabelbala	1985	A. Benkhalifa (ENS-URZA) R.A. Brac de la Perrière (URZA) L. Hassani (URZA) H. Amir (ENS-URZA) M. Zaid (Univ. Paris)	125	67
Atlas	Lahmar, Boukais, Ouakda, Fendi, Mograd, Beni Ounif, Zoubia, Tiout, Rbiouat	1986	A. Benkhalifa (ENS-URZA)	81	51
Tidikelt	Aoulef, Akabli, Tit, Inghar, In Salah, Foggaret Ezoua	1986	R.A. Brac de la Perrière (URZA) L. Hedjadj (URZA)	37	30
Touat Gourara	Talmine, Ajdir, Charouine, Aougrout, Tsabit,	1987	R.A. Brac de la Perrière (URZA) A. Benkhalifa (ENS - URZA) F. Chehrit (Univ. Tizi Ouzou) A. Zaki, B. Moussaoui (INRAA)	197	23
El-Goléa	El-Méniâa, Hassi Gara	1990	R.A. Brac de la Perrière (URZA) A. Benkhalifa (ENS - URZA) M. F. Ghezail (URZA)	60	35
Mzab	Hassi Fhel, Mansoura, Sebseb, Metlili, Zelfana, El-Atteuf, Beni Isguen, Daia, Ghardaia, Berriane, Guerrara	1990	A. Benkhalifa (ENS - URZA) S. Benmalek (URZA)	80	43
Laghouat	Laghouat, Lassafia, Lhouita, Lelmaya	1990	A. Benkhalifa (ENS - URZA) S. Benmalek (URZA) S. Benadjila (CREAD) M. Gharzi (CREAD)	30	--
Cuvette Ouargla	Ngoussa, Frane, Ksar, Ain Beida, Mkhadema	1990	S. Hannachi (ex ITAS) D. Khitri (ex ITAS)	84	58
Oued Righ	Hjira, Touggourt, Djemâa, Meghaier,	1991	D. Khitri (CDRAS) Messaoudi (INFSAS)	122	72
Souf	Robbah, Debila, Guemmar, El-Oued	1991	A. Benkhalifa (ENS - URZA) S. Benmalek (URZA) A. Chethouna (INFSAS)	70	48
Ziban	Ouled Djellal, Tolga, Oughlal, Sidi Okba	1991	S. Hannachi (CDARS) O. Taabli (INFSAS)	117	85
Aurès Lememcha	El-Kantara, Djemourah, Sidi Masmoudi, Mchounech		Belaid (INEFSAS) S. Hannachi (CDARS)	210	86
Tassili	Djaner, Iherir	1992	H. Maane (INFSAS), A. Chethouna (INFSAS), S. Hannachi (CDRAS)	184	34
Mzab	Hassi Fhel, Mansoura, Sebseb, Metlili, Zelfana, El-Atteuf, Beni Isguen, Daia, Ghardaia, Berriane, Guerrara	2001-2005	A. Tirichine, M. Guerradi, M. Belguedj., A. Benkhalifa., (Projet RAB 98/ G31) S. Hannachi (CDARS), A. Senoussi, A. Chehma, S. Babahanni, (Univ. Ouargla)	170	--
Consortium				>1000	640

Certains travaux récents mettent en lumière l'intérêt des évaluations continues pour suivre la dynamique de sélection et saisir les opportunités innovatrices (Tirichine et *al.*, 2005). L'approche participative a montré clairement ces avantages quant à la sensibilisation des agriculteurs et que même si elle n'est pas encore généralisée à d'autres sites, elle permettra la mise en place d'une stratégie de conservation *in situ*. Les travaux d'évaluation sur le terrain ou au laboratoire doivent s'aligner sur un standard qui s'annexe à la caractérisation. L'usage des données est commun au sein des équipes et entre les pays.

Très peu de résultats sont publiés et un grand nombre d'informations restent sous la forme timide de comptes-rendus, de mémoires et de thèses. Souvent ils ne sont pas accessibles et cela même à l'intérieur des bibliothèques des institutions. Il reste énormément à faire pour répertorier correctement et systématiquement les sources de variabilité existantes au sein des vergers. De la même manière, il faut aussi documenter des rapports d'usages (de savoir-faire) en fonction des régions et selon les coutumes des populations. C'est justement à travers ces habitudes et ces traditions d'utilisation des produits et des sous produits du palmier dattier que la conservation et l'amélioration doivent être réfléchies. Les équipes sont appelées à se reconstituer et s'élargir à d'autres horizons, comme les études de marchés classiques et celles des marchés alternatifs, les études d'impacts des modes de gestion et les études relatives aux profils ethnologiques, pour pouvoir arriver à tirer un meilleur profit de la culture du dattier tout en prenant en compte les défis de conservation de la biodiversité.

La nécessité d'un consortium

Le programme de l'ex CNRZA, devenu LRZA, a constitué un large champ de travail académique et pratique sur le terrain, en vue de réaliser des inventaires et des essais de caractérisation. La lutte contre le *Bayoud* a été considérée comme une action privilégiée.

Des campagnes progressives ont été réalisées sur le terrain en partenariat spontané et évident avec les membres d'institutions nationales (INRAA, INPV, CDARS, ex ITAS, ENS, etc.) et internationales impliquées, ou concernées par la recherche sur le palmier dattier (FAO, IPGRI).

L'expérience et les échanges ont toujours été conduits en associant les autres membres et les institutions des autres pays maghrébins. Au sein des universités (USTHB, Universités de Tizi Ouzou, Blida, Annaba, Oran, Ouargla, Oum El Bouaghi, etc.) et des établissements de formation (ITMAs), on offre régulièrement, ou occasionnellement, des sujets de recherche et des travaux relatifs au palmier dattier. Des sujets se rapportant aux essais de valorisation sont très encourageants (CDER, Université de Boumerdes).

Le CRSTRA n'est pas encore directement impliqué dans un programme propre sur le palmier dattier, malgré qu'il ait joué le rôle de bailleur de fond pour des sujets et des activités conduites au sein des autres établissements.

Proposition d'une base de données

Vu l'éparpillement des informations et le coût de l'exploitation des données, il paraît impératif de proposer l'établissement d'une base de données commune et spécifique aux ressources génétiques du palmier dattier.

Quelle que soit la présentation des descriptions variétales et les tentatives d'analyses multivariées, et puisque les descripteurs du palmier dattier ont été validés et alignés sur le modèle de l'IPGRI (IPGRI, 2005), il est donc judicieux de reprendre la description selon les mêmes normes pour alimenter une base de données commune.

Profitons du niveau et de l'expérience des prospecteurs, devenus aujourd'hui cadres ou gestionnaires, pour les faire participer de nouveau et couvrir ainsi, pendant quelques années seulement, l'ensemble des palmeraies algériennes.

Les descripteurs, élaborés à l'échelle du Maghreb, validés et standardisés au sein de l'IPGRI, ramènent le palmier dattier au même rang des plantes décrites partout ailleurs dans le monde. Il contient un alignement pour décrire à la fois l'environnement ou le site, et caractériser ou évaluer les accessions dans différentes situations. La description va des informations de base, comme celles relatives à l'usage ou à la forme et la couleur, jusqu'aux données précises relatives à la caractérisation fine au laboratoire (biochimique ou moléculaire). Son informatisation nécessite une prise en charge formelle sur le plan technique et humain.

Le deuxième volet résidera dans le regroupement des chercheurs et la sensibilisation des agents pour monter un travail en consortium, à la fois pour alimenter la base de données en informations, et pour en vulgariser les opportunités de son exploitation et sa mise au service des intéressés.

Bibliographie

Benkhalifa A., 1989 : - Ressources génétiques du palmier dattier et lutte contre la fusariose. Organisation de la variabilité génétique des cultivars du palmier dattier dans les palmeraies du Sud-Ouest algérien. Thèse de Magister. ENS. Alger 113p.

Brac de la Perrière R.A. et Benkhalifa A., 1989 : - Identification des cultivars de dattiers (*Phoenix dactylifera* L.) du sud-ouest algérien. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 78/79 : 13-20.

Brac de la Perrière R.A. & Benkhalifa A., 1991 : - Progression de la fusariose du palmier dattier en Algérie. *Sécheresse*, 2 : 119-128.

Belguedj M., 2002. Inventaire variétal des palmeraies de l'Est algérien. Série 3D. Ed. INRAA.

Collectif, 1990 : - Travaux de l'atelier maghrébin sur la méthodologie de prospection des cultivars du palmier dattier. *Bull. Amélior. Prod. Vég. Milieu Aride*, 5 : 79-92.

Hannachi S., Khitri D., Benkhalifa A., Brac de la Perrière R.A. 1998 : Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. Ed. CDARS-URZA, 255p.

IPGRI, INRAA, INRAM, INRAT, FEM, PNUD, 2005 : Descripteurs du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). ISBN-10 : 92-9043-676-X, ISBN-13 : 978-92-9043-676-8

Tirichine A., Belguedj M., Benkhalifa A. et Guerradi M., 2004 : Gestion de la diversité génétique du palmier dattier dans les oasis du Mzab (Algérie) : cas de trois palmeraies. *Revue des Régions Arides*. Numéro spécial, 859-868.

Tirichine A., Belguedj M., Benkhalifa A. et Guerradi M., 2005 : La dynamique des ressources génétiques du palmier dattier. Cas des oasis du Mzab en Algérie. *Symposium International sur le Développement Agricole Durable des Systèmes Oasiens*. 8-10 Mars, Erfoud, Maroc. (Communication).

Annexe 1. Classification des ressources génétiques du palmier dattier

(*Phoenix dactylifera* L.) (Benkhalifa, 1989)

Les cultivars traditionnels : appelés aussi variétés primitives. Ce sont les cultivars issus d'une sélection intuitive et utilisés dans l'agriculture traditionnelle. Ils composent la part essentielle des vergers de dattiers dans le monde (les oasis). Souvent ce matériel est identifié par des appellations vernaculaires, largement médiatisées pour les variétés qui font l'objet de grande production et surtout d'exportation. C'est justement et uniquement cette catégorie qui nous a semblé la plus utile et la plus accessible pour être identifiée et décrite. Les descripteurs du palmier dattier, publiés récemment avec le concours de l'IPGRI, ont été établis sur la base de la caractérisation et de l'évaluation de cette partie existante comme source de diversité. Les biotechnologies (en particulier la culture des tissus) peuvent être à la fois source de protection et de propagation des génotypes et aussi source d'érosion de ces ressources quand elles sont appliquées pour favoriser massivement un nombre limité de variétés.

La population naturelle : cette catégorie regroupe les individus qui viennent en association avec les variétés cultivées, mais qui pourront faire l'objet d'une sélection et d'une multiplication et devenir des variétés entières. Elles sont appelées francs et peuvent représenter jusqu'à 10 % de la population des palmiers dans les oasis. Cette catégorie regroupe aussi les pieds mâles, car même s'ils sont sélectionnés, ils sont rarement identifiés avec des appellations distinctives. Les francs fournissent les matières premières à la production de nouveaux cultivars et de nouvelles espèces, et sont un réservoir d'adaptabilité génétique qui sert à atténuer les effets potentiellement nuisibles des changements économiques et environnementaux. L'érosion de ces ressources menace gravement à la fois la production dattière et l'équilibre de l'écosystème oasien. Cette menace affecte aussi la sécurité alimentaire des populations sur le long terme.

Les variétés évoluées : se sont les variétés dites modernes, issues de croisements contrôlés en vue de la création de nouveaux types améliorés. Des sujets sont produits par les programmes d'amélioration en Californie (USA) et récemment au Maroc et en Algérie. L'exemple des croisements conduits dans les années 1940 à Touggourt et ceux réalisés ces dernières années à Adrar en font partie.

Les parents sauvages : regroupent les espèces spontanées ayant un lien botanique permettant éventuellement des transferts de gènes avec les spécimens cultivés. Il s'agit donc des autres espèces du genre *Phoenix*. Pour un principe de systématique, mais aussi un intérêt de compréhension du processus de domestication du palmier dattier, nous voyons ensemble essentiellement la mise à jour systématique du genre *Phoenix* établie par S. Barrow (1998) et de l'emplacement en particulier de l'espèce *P. dactylifera*.

Les hybrides contrôlés et les mutations induites : Ceux-ci comportent de nombreuses sources de variations génétiques utilisant des techniques de biotechnologies (culture *in vitro* et génie génétique). Les mutations induites par rayonnement font partie de ces sources de variation. Après leurs essais les chercheurs de l'INRAA confirment l'existence de variation obtenue grâce à ces techniques et les matériaux sont transférés sur le terrain dans une dimension expérimentale. Les fusions de protoplastes, lancées récemment dans les laboratoires de l'INRAA et du LRZA font aussi partie intégrante de cette catégorie.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES CARACTERES DE PRODUCTION DES PALMIERS MALES DANS LA REGION DE OUARGLA (ALGERIE)

Babahani S.¹, Eddoud A.¹ et Bouguedoura N.²

¹ Laboratoire Bio- Ressources – Université de Ouargla. bbhsoud@yahoo.fr

² USTHB – URZA – Alger.

RESUME

L'étude de plus de 200 palmiers mâles dans la région de Ouargla, considérée comme l'une des zones potentielles de la production dattière en Algérie, a permis d'élaborer deux fiches de caractérisation des palmiers mâles :

△ la première comporte les caractéristiques moyennes des palmiers étudiés et,

△ la deuxième, une fiche de caractérisation des meilleurs pollinisateurs.

Cette dernière est un outil qui permet de sélectionner des individus qui seront multipliés par voie classique, ou par la culture *in vitro*.

Mots clés : *Caractérisation, Ouargla, palmier mâle, sélection.*

Introduction

La production dattière constitue une ressource importante dans les zones sahariennes. En effet, la production de Deglet Nour reste encore une source de devises pour le pays, tandis que les dattes Ghars et similaires, demeurent un produit de base pour les populations sahariennes.

La pollinisation est une pratique très importante qui définit la production en quantité et en qualité. En effet, c'est sa réussite qui détermine, en premier lieu, les revenus de l'exploitation phœnicicole.

De ce fait, le choix des pollinisateurs est indispensable, afin de réussir une campagne dattière, bien que beaucoup de phœniciculteurs n'accordent pas beaucoup d'importance à cet aspect.

Afin d'aider ces phœniciculteurs à reconnaître les potentialités de production de leurs palmiers mâles et de sélectionner les bons pollinisateurs, en vue d'encourager leur multiplication par rejets ou par la voie de culture *in vitro*, nous avons initié cette étude qui nous permettra d'établir des fiches de caractérisation des potentialités de production des mâles dans la région de Ouargla.

I - Matériel et méthodes

L'étude est réalisée sur deux populations de mâles dans la région de Ouargla. La première est représentée par la collection de Hassi Ben Abdallah (HBA) qui a été créée en 1969 dans le cadre de mise en valeur d'un périmètre de 450 ha. Cette collection est composée de deux parcelles de 1.5 ha chacune et 100 palmiers mâles ou dokkars, plantés avec un écartement de 12 X 12, dont certains sont issus de graines. Aujourd'hui, il ne reste que 137 individus plantés.

La deuxième population est représentée par les mâles de l'exploitation de l'Université de Ouargla. Ils sont au nombre de 26 pieds avec un âge moyen de plus de 40 ans et plantés à un écartement de 9 X 9.

D'après les phœniciculteurs, la première population est constituée de 31 % de pieds qui ressemblent végétativement aux pieds femelles de *Deglet Nour* ; on parle de type : *Deglet Nour* ; 17 % de type *Ghars*, 18 % de type *Degla Beïda*, 9 % de type *Mech Degla*, 6 % de pieds *Tinicine*, 6 % de type *Dhafr El Gat* et 13 % de types divers : *Tantboucht*, *Yatima*, *Arilou*, *Amari*. Ces pieds ont été collectés de la région d'Oued Righ.

La deuxième population est constituée de 53 % de pieds ressemblant à *Deglet Nour*, puisque les phœniciculteurs pensent qu'ils sont les meilleurs pollinisateurs, 27 % de type *Ghars*, 19 % de type *Degla Beïda* et 1 % non identifiés. Ces pieds sont originaires de Ouargla, sauf les pieds de type *Degla Beïda* qui sont ramenés de l'Oued Righ, car la variété n'est pas très cultivée dans la région.

Les caractères étudiés sont regroupés dans une fiche de caractérisation individuelle. Ces caractères traitent les aspects suivants :

- la précocité (date de l'émission et d'éclatement ou floraison de la première spathe) ;
- le nombre et les caractères de la troisième spathe, puisque les premières et les dernières spathes sont de mauvaise qualité (poids, dimensions, ...) ;
- les caractères de la spadice ou de l'inflorescence (poids, dimensions, ...) ;
- les caractères de l'axe de l'inflorescence (dimensions, ...) ;
- les caractères des épillets (nombre, dimensions, ...) ;
- les caractères des fleurs (nombre, dimensions, ...) ;
- la qualité du pollen en utilisant un test de coloration à l'acéto carmin et un autre de germination sur milieu Brewbacker.

Afin de faciliter l'analyse des résultats, nous avons transformé chaque caractère en plusieurs modalités ou classes, souvent en 3 modalités qui représentent les mauvais, les moyens et les bons pollinisateurs, en se basant sur les travaux de Nasr et *al.*, (1986) et les travaux de Babahani (1991).

II – Résultats et discussions

Les résultats d'étude des deux populations, durant deux campagnes différentes montrent que les résultats moyens sont semblables. Ces résultats peuvent être résumés sous forme de deux fiches de caractérisation, comme suit :

Fiche 1 des caractéristiques moyennes des dokkars

1 – Emission

- le début d'émission des spathes, janvier,
- la pleine émission, février,
- la fin d'émission, mars
- la durée d'émission s'étale entre 45 et 90 jours.

2 – Floraison

- le début de floraison, mars
- la plupart des mâles fleurissent, mars,
- la floraison tardive, d'avril à début mai,
- la durée de floraison s'étale entre 30 et 90 jours.

3 – Caractéristiques des spathes

- le nombre de spathes varie entre 10 et 20,
- la longueur de la spathe varie entre 50 et 100 cm,
- la largeur de la spathe varie entre 10 et 20 cm,

- le poids de la spathe varie entre 750 à 3000 g,
- le poids du spadice varie entre 500 à 1000 g,
- la longueur du spadice varie entre 50 à 100 cm,
- la longueur de l'axe de l'inflorescence varie entre 20 et 30 cm,
- la largeur de l'axe de l'inflorescence varie entre 2 et 4 cm,
- la longueur totale des épillets varie entre 15 et 20 cm,
- la longueur de la partie avec fleurs des épillets varie entre 10 et 15 cm,
- le nombre d'épillets par inflorescence varie entre 150 et 250,
- le nombre de fleurs par épillet varie entre 50 et 75,
- la capacité pollinisatrice, définie par le nombre de femelles qu'un pied mâle peut polliniser, varie entre 30 et 100 femelles par mâle,
- le taux de viabilité à l'aceto carmin varie entre 50 et 80 %,
- le taux de germination varie entre 50 et 75 %.

Fiche 2 des caractéristiques des dokkars à sélectionner

1 – **Emission**

- Émission des spathes en janvier.

2 – **Floraison**

- Floraison des spathes entre février et mars.

3 – **Caractéristiques des spathes**

- le nombre de spathes supérieur à 20,
- la longueur de la spathe supérieure à 100 cm ;
- la largeur de la spathe supérieure à 20 cm,
- le poids de la spathe varie, supérieur à 3000 g,
- le poids du spadice supérieur à 1000 g,
- la longueur du spadice supérieure à 100 cm,
- la longueur de l'axe de l'inflorescence supérieure à 30 cm,
- la largeur de l'axe de l'inflorescence supérieure à 4 cm,
- la longueur totale des épillets supérieure à 20 cm,
- la longueur de la partie avec fleurs des épillets supérieure à 15 cm,
- le nombre d'épillets par inflorescence supérieur à 250,
- le nombre de fleurs par épillet supérieur à 75,
- la capacité pollinisatrice supérieure à 100 femelles par mâle,
- le taux de viabilité à l'aceto carmin supérieur à 75 %,
- le taux de germination supérieur à 50 %.

De ces résultats, nous constatons que la durée d'émission semble être plus longue que celle de la floraison, surtout si la température en début de saison de pollinisation est faible. Les pieds étudiés arrivent à produire plus de 30 spathes/an. Ces valeurs correspondent à celles données par la bibliographie (Hussein, 1983).

Il semble que les dokkars des deux populations produisent de grandes spathes ; les dimensions des spathes produites sont très intéressantes par rapport aux valeurs données par El Baker (1972). Le poids de la spathe chez nos dokkars peut arriver à 6 kg, sa longueur à plus de 160 cm et sa largeur à plus de 25 cm ; ces valeurs sont nettement supérieures à celles données par El Baker (1972) et qui sont respectivement de : 3.5 kg, 125 cm et 17 cm.

Le poids et la longueur du spadice arrivent respectivement à 3700 g et 163 cm ; ils sont plus élevés que ceux des dokkars étudiés en Arabie

Saoudite, qui ne dépassent pas respectivement 2426 g et 112 cm (Nasr et al., 1986).

Le nombre d'épillets par inflorescence dépasse souvent 150 épillets, pour arriver jusqu'à 434 épillets pour la première population et 453 pour la deuxième ; ces valeurs sont également nettement supérieures à celles données par El Baker (1972) : de 60 à 275 épillets.

Les pollens sont généralement de bonne qualité ; les taux de viabilité et de germination sont supérieurs à 75 %. Ce résultat confirme les résultats de Osman et Asif (1983) et de Nasr et al., (1986).

Dans la collection de HBA, il existe des individus qui produisent des inflorescences stériles : ils représentent 18.24 % de l'effectif total de cette collection. Ces individus sont souvent de type *Degla Beïda* puisqu'ils représentent 44 % de ces mauvais pollinisateurs. La collection est pratiquement délaissée et le cultivar *Degla Beïda* n'est pas très cultivé dans la région de Ouargla ; nous supposons que ces pieds n'ont pas trouvé les bonnes conditions écologiques pour produire du pollen de bonne qualité. Il est à noter également que les dokkars dits de type *Deglet Nour* sont en majorité de mauvais pollinisateurs, contrairement à ce que croient les phœniciculteurs ; ces individus représentent environ 50 % des mauvais pollinisateurs dans les deux populations. Les individus dits de type *Tinicine*, *Dhfar El Gat* puis ceux de *Ghars* semblent être les meilleurs pollinisateurs dans les deux collections.

Conclusion

De cette étude, il ressort que nos dokkars sont en général de bons pollinisateurs, par rapport aux valeurs que reporte la bibliographie. Un bon entretien des mâles pourrait améliorer considérablement la qualité du pollen produit, surtout si nous nous rappelons que les pieds mâles sont souvent délaissés, mal entretenus et non valorisés, sauf partiellement et en cas de besoin. Les phœniciculteurs choisissent souvent un ou deux bons pollinisateurs dans leurs jardins, ou alors ils achètent leur pollen sur le marché local.

La sensibilité des phœniciculteurs sur la nécessité de choisir leurs pollinisateurs reste indispensable, surtout dans les périmètres de mise en valeur, afin d'assurer une amélioration de la qualité et des rendements de la production dattière dans leur région et en Algérie.

Références bibliographiques

- 1 – BABAHANI S., 1991 : Caractérisation et évaluation des palmiers mâles de la collection de Hassi Ben Abdallah. Mémoire d'Ingénieur en Agronomie. INFS/AS. Ouargla. 29 p.
- 2 – NASR T.A., SHAHEEN M.A. et BACHA M.A., 1986 : Evaluation of seedling male palms used in pollination in the central region of Saudi Arabia. Date palm journal. N° 8. pp : 163 – 175.
- 3 – OSMAN A.M.A. and M.I. ASIF, 1983: Study of variation in date pollen material. The first symposium on the date palm. Saudi Arabia, pp: 62 – 65.
- 4 – البكر عبد الحبة، 1972 : نخلة التمر ماضيها وحاضرها والجديد في زراعتها وصناعتها وتجارتها. المشروع الإقليمي لبحوث النخيل و التمرور في الشرق الأدنى و شمال إفريقيا. منظمة الأغذية و الزراعة الدولية. 1085 ص.
- 5 – فتحي حسين أحمد، 1983 : التلقيح في نخيل التمر و أثره على نوعية الثمار. ندوة النخيل الأولى بالإحساء. ص : 24 – 15

LA BIODIVERSITE GENETIQUE EN ARBORICULTURE FRUITIERE

Benaziza A.

*Université Mohamed Kheider Biskra. Département d'agronomie.
Tel / Fax: 213 33 73 26 55. Email : benaziza_abdelaziz@yahoo.fr*

RESUME

L'Algérie, par la diversité de ses milieux écologiques et de ses écosystèmes, renferme un immense patrimoine génétique végétal riche en espèces arboricoles à vocations diverses et de haute valeur alimentaire.

Depuis quelques dizaines d'années, des actions de dégradations multiples : sécheresses successives, vieillissement naturel des vergers, implantation massive de plants, etc., ont engendré la marginalisation de certaines espèces, variétés, ... allant jusqu'à l'appauvrissement du patrimoine génétique.

La réhabilitation de ces dernières est aujourd'hui d'une grande importance capitale pour la connaissance et l'amélioration du patrimoine arboricole national.

Une première évaluation agronomique de ce réservoir génétique fruitier constitue la phase initiale indispensable pour tout programme de préservation et d'amélioration variétale.

Dans l'optique de l'amélioration génétique et de la collection des ressources phytogénétiques des espèces fruitières, un premier inventaire du patrimoine arboricole existant est mené pour une gamme d'espèces et variétés.

Ce travail préliminaire consiste à rassembler un nombre important de variétés, clones, etc., aux origines pédo-climatiques les plus diverses, qui présentent des caractéristiques culturelles intéressantes : coloration des fruits, tardiveté de floraison et de maturité, conservation des fruits, sensibilité à certaines maladies, ..., et qui sont utilisés comme géniteurs dans les croisements.

Dans ce but une première évaluation du patrimoine arboricole algérien se résume ainsi :

<i>Abricotier</i>	19 variétés	<i>Agrumes</i>	16 variétés
<i>Amandier</i>	17 variétés	<i>Avocatier</i>	17 variétés
<i>Cerisier</i>	17 variétés	<i>Cognassier</i>	05 variétés
<i>Figuier</i>	18 variétés	<i>Kiwi</i>	08 variétés
<i>Néflier</i>	14 variétés	<i>Noyer</i>	15 variétés
<i>Olivier</i>	48 variétés	<i>Pacancier</i>	05 variétés
<i>Palmier dattier</i>	60 cultivars	<i>Pêcher</i>	43 variétés
<i>Poirier</i>	15 variétés	<i>Pommier</i>	32 variétés
<i>Prunier</i>	13 variétés	<i>Vigne</i>	39 variétés

Mots clés : *Biodiversité génétique, espèce arboricole, réhabilitation, amélioration, inventaire, caractéristiques, géniteurs, croisements.*

INTRODUCTION

L'Algérie, par la diversité de ses écosystèmes, renferme un immense patrimoine génétique végétal, riche en espèces arboricoles à vocations diverses, et de haute valeur alimentaire. Depuis quelques dizaines d'années, des actions de dégradations multiples : les sécheresses successives, le vieillissement naturel des vergers, l'implantation massive de plants, etc., ont enregistré la marginalisation de certaines espèces, variétés, ..., allant jusqu'à l'appauvrissement du patrimoine génétique. La réhabilitation de ces dernières est aujourd'hui d'une grande importance pour une connaissance et une amélioration du patrimoine arboricole national.

Une première évaluation agronomique de ce réservoir génétique fruitier est la phase initiale indispensable pour tout programme de préservation et d'amélioration variétale.

Dans l'optique d'amélioration génétique et la collection des ressources phylogénétiques des espèces fruitières, un premier inventaire du patrimoine arboricole existant est mené pour une gamme d'espèces et variétés.

Ce travail préliminaire consiste à rassembler un nombre important de variétés, clones, etc., aux origines pédoclimatiques les plus diverses qui présentent des caractéristiques culturelles intéressantes (coloration des fruits, tardiveté de floraison et de maturité, conservation des fruits, sensibilité à certaines maladies. etc.) qui sont utilisés davantage comme géniteurs dans les croisements. De même, les porte-greffes constituent une préoccupation certaine ; ceux issus des variétés apomictiques sont très recherchés, surtout pour leur vigueur moyenne qui engendre une bonne affinité avec les variétés cultivées, permettant ainsi une mise à fruit abondante et de qualité, une adaptation à des sols variés et ne transmettent pas les maladies surtout virales.

De l'autre côté, les francs s'imposent dans l'hétérogénéité des plants, tant du point de vue botanique, que physiologique ; de plus de la vigueur qu'ils confèrent est généralement très grande.

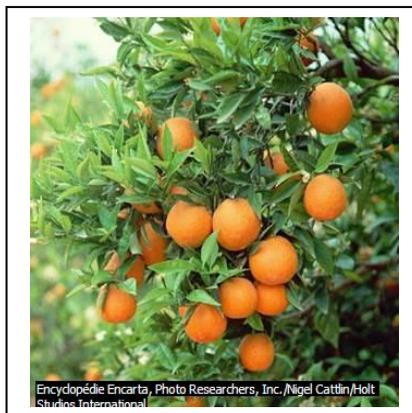
Abricotier : *Prunus arméniaca* L. (19)

Variétés européennes	Variétés locales
<ul style="list-style-type: none"> - Bulida = canino - Rouge de Roussillon - Polonais - Hatif Colomer - Bergeron - Zaye - Badri - Paviol - Bayoudhi - Stark early Orange - Luizet 	<ul style="list-style-type: none"> - Amor Leuch - Louzi rouge - Ouardi - Rosé* - Sayeb - Amal - Kasrine I et III - Mech –Mech



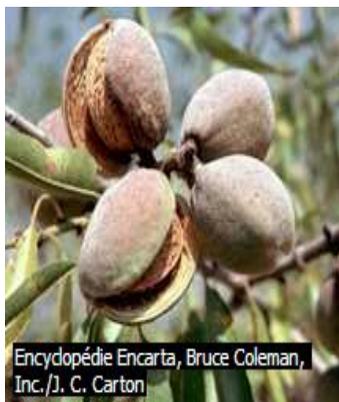
Agrumes : Genre *Citrus* (16)

Oranger	<ul style="list-style-type: none"> - Navel - Double fine - Portugaise - Valencia late - Oranger de Biskra* - Oranger Jaffa*
Mandariner	<ul style="list-style-type: none"> - Mandarinier commun - Mandarinier japonais - Satsuma - Saigon
Clémentine	<ul style="list-style-type: none"> - Clémentinier Montréal - Clémentinier Ordinaire
Citronnier	<ul style="list-style-type: none"> - Quatre saisons - Eurêka - Verna ou Bedmar
Pomélo	<ul style="list-style-type: none"> - Marsh seedless



Amandier : *Prunus amygdalis* L. (17)

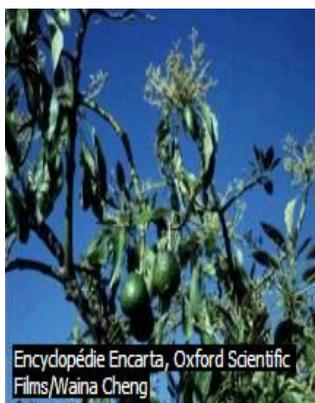
Amandes à coque tendre et ½ tendre	
<ul style="list-style-type: none"> - Ai - Avola - Desmayo - Bartériana - Non pareil - Nec plus ultra - I.X.L - Drake - Fournat de Bezenaud - Languedoc - Grosse tendre - Cavalliera 	
Amandes à coque dure et ½ dure	
<ul style="list-style-type: none"> - Marcona - Constantini - Peerless - Texas - Feraduel 	



Encyclopédie Encarta, Bruce Coleman, Inc./J. C. Carton

Avocatier : *Persea drymifolia* L. (17)

<p>Groupe A: ♀ (matin) et ♂ (après midi du jour suivant)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Taylor - Peterson - Choquette - Lula - Dunedin - Waldrin - Puebla - Butler
<p>Groupe B: ♀ (après midi) et ♂ (lendemain matin)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Itzamna - Choc - Trapp - Nelson - Duke - Ganter - Nabal - Queen - Lyon



Encyclopédie Encarta, Oxford Scientific Films/Waina Cheng

Cerisier : *Prunus cerasus* L. (17)

<ul style="list-style-type: none"> - Hative de bale - Marmotte - Moreau - Early rivers - Sue - Burlat - Rainier - Van - Merton ealory 	<ul style="list-style-type: none"> - Napoléon - Coeur de pigeon - Ulstter - Stark Hardy Giant - Précoce bernard - Guillaume - Tardif de vignola - Reverchon
--	---



Encyclopédie Encarta, Oxford Scientific Films

Néflier du japon : *Eriobotrya japonica* L. (14)

Variétés précoces

Variétés demi-tardives

Variétés tardives

- Taza
- Saint Michel
- Kanro
- Clarrin
- Première du tipa
- Tanaka
- Vanille
- Victor
- Mme Peronne
- Joffre
- Dr Trabut
- Tanaka améliorée
- Thales



Olivier: *oléa européa* L. (48)

<ul style="list-style-type: none"> - Sigoise -Rougette de Metidja -Azeradj -Rougette -Bouricha -Tabelout -Bouichet -Agcheren de tistet -Agcheren d'El ouser -Lournaski -Neb-El-Djamel -Fernaki -Picholine -Canino -Rosciol -San agostino 	<ul style="list-style-type: none"> - Tefah - Oléastres - Bouchouk de Sidi - Blanquette de Guelma ou Chetoui - Hamra - Takesrit - Aaroun - Akerma - Aghenfas - Hamri - Abani - Itrana - Ogljarola - Piagente - Hispanico 	<ul style="list-style-type: none"> - Limli - Aberkane - Bouchouk de la fayette - Zeletni - Grappolo
<ul style="list-style-type: none"> - Sevillane ou Gordal - Grosse du Humma - Longue de Meliana - Meski - Pendolino - Frantoio 	<ul style="list-style-type: none"> - Chemllal - Boukaila - Aguenau - Boughendou - Moraiolo 	



Noyer : *Juglans régia* L. (15)

- Franquette
- Corve
- Nemli
- Abed
- Ronde de montignac
- Hartley
- Pedro
- Chico
- Parisienne
- Meylanaise
- Remli
- Marbo
- Water loo
- Lora
- Serr



Pacanier : *Corila olivoeformis* L. (5)

Mahan
Elisabeth
Succes
Désirable
Stuard



Encyclopédie Encarta, Photo Researchers, Inc./Joyce Photographics

Palmier Dattier : *Phœnix dactyliféra* L. (...)

- | | |
|----------------------|---------------------|
| - Garn Ghzel | - Ghars |
| - Deglet Nour | - Degla Beïdha |
| - Hamraya | - Mech Degla |
| - Sokria | - Bouhless |
| - Horra | - D'guel echeikh |
| - Sbaa laroussa | - Kseba |
| - Baydh Hmam | - Luon Ghars |
| - Kentichi | - Halouat loulach |
| - Noyat Degla Beidha | - Mehdia |
| - Luon Itima | - Khadraye |
| - Sbaa badhrae | - Amari |
| - Sokria- Kharfia | - Abdelazaz |
| - Zogar mogar | - Alig |
| - Safraye | - Guetara |
| - Gasbaya | - Tanetbouchet |
| - Rotba | - Noyet Deglet Nour |
| - Omkentichi | - Deglet El Bab |
| - Jouusia | - Deldala |
| - Kerchaoua | - Halwaya |
| - Haryata | - Chetoui |
| - Kehlaya | - Thouri |
| - Ghazi | - Houbaless |
| - Haloua | - Tati Bent Nouh |
| - Deglet Tahar | - Zerza |
| - Arecthi | - Tinicine |
| - Bolantat | - Guetara |
| - Deglet merague | - Dhfar El Gat |
| - Itima | - Bouarous |
| - Galb echa. , | |



Atlas mondial Encarta, Christine Osborne Picture

Poirier : *Pyrus communis* L. (15)

- | | |
|---------------------|------------------|
| | Poires d'été |
| - Dr Jules Guyot | - William's |
| - William's rouge | - Epargne |
| - Claude blanchet | - Beau présent |
| - Santa Maria | - Beurre giffard |
| | Poires d'hiver |
| - Conférence | - Passe crassane |
| - Beure Hardy | - Mme Ballet |
| - Alexandrine | |
| - Doyenne du comice | |



Encyclopédie Encarta, Oxford Scientific Films

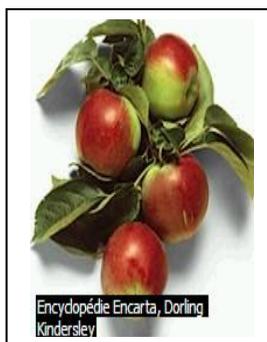
Pêcher : *Prunus persicae* L. (42)

Pêches à peau duveteuse	À chair dure Pavies	À Chair molle Jaune	À Chair molle Blanche
	- Vivian - Baby Gold 6 - Baby Gold 5	- Royal Gold - Southland - Suncrest - Red top - May Gold (D) - Spring creat - Cardinal - Red Haven - Red skin - Dixired - J.H Hale - Faire Haven - Armking - Lorring - Early Red Haven - Velvet - Merrill Fortyniner	- Springtime - Bed wing - Mayflower - Genadix 7 - Robin - Michelini - Amsden - Early Red - Genadix 4 - Silver Lod
Pêches à peau lisse duveteuse	À noyau libre <i>Nectarines</i>		À noyau adhérent <i>Brugnons</i>
	- May Red - Nectared 6 - Red June - Nectarose - Independence - Silver LOD - Fuzalode - Armking - Nectared 4		



Pommier: *Malus pumila* L. (32)

- Golden delicious - ILORCA - Ain scherer - Aziza - Jonathan - Delicious rouge - wine sap - Jonadel - Doucin (P.G) - Starking délicious - Reine des Reinettes - Redhaven - Red délicious - Borowitsky - Wider Banana - Série des Merton Immune (MI)	- Grany smith - Anna - Golden Dorsette - Chalala - Idared - Mai gold - Melrose - Paradis (P.G) - Franc (P.G) - King David - Dixired - Reinette du Canada - Astrakan rouge - Richard délicious - Starkrimson - Série des Merton Maling (MM)
---	--



Vigne : *Vitis vinifera* L. (40)

Cépages de table	Précoces		de saison	Tardifs	
	- Chasselas - Cardinal - Madeleine - Khalili - Perle de Csaba	- Chaouch - Sicilien - Jaounet - Porlette - Reine des vignes	- Muscat de Hambourg - Muscat d'Alexandrie - Italia - Dattier de Beyrouth - Adari - Farana - Alphonse Iavalée: Gros Noir	- Ahmar bouamer - Valensi ou Mokrani - Gros vert ou guerbez	- Ouhané - Dabouqui - Servant de Therault
Cépages de raisin sec			- Sultanine - King's ruby - Corin seedless - Vigne de corinthes		
Cépages de cuve rouge			- Carignan - Cinsault - Alicante bouchet - Grenache - Morrastel - Aramon		
Cépages de cuve blanc			- Clairette - Tizourine - Farana - Merseguen - Maccabeo - Ugni blanc		

Cognassier : *Cydonia oblonga* L. (5)

- Cognassier E.M.C
- Cognassier d' adam's
- Cognassier dangers E.M.A
- Cognassier dangers sydo
- Cognassier de Provence

KIWI : *Actinidia chinensis* L. (8)

Variétés femelles

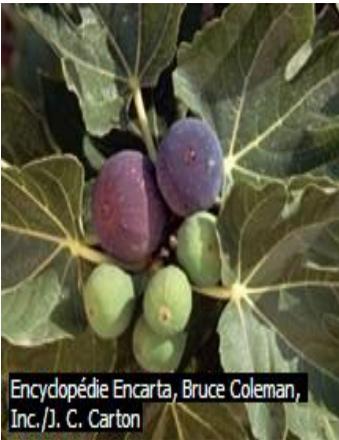
- Hayward
- Monty
- Bruno
- Alisson
- Abbot
- Mycnos

Variétés mâles

- Matua
- Tomuri



Figurier : *Ficus carica* L. (18)

<p>Variétés d'automne (séchage)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - ALEKAKE - ABIAROUS - TAMERIOUT - TARANIMT - SMYRNE - AZENDJAR - VERDALE - BOUANKIK 	
<p>Caprifiugiers</p>	<ul style="list-style-type: none"> - IIOUL - ABTROUN - MADEL - AMELLAL - TIT-EN - TSECOURT - AZIG ZAOU 	
<p><u>Bakors</u> _ (figues communes): Fructification: fin juin et fin Août</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dottato - Bakor blanc - Bakor violet 	

CONCLUSION

La préservation des ressources phytogénétiques arboricoles présente sous divers aspects l'isolement des variétés, clones, ... de valeur bien adaptée aux différentes exigences culturelles régionales (adaptation aux milieux) et aux divers impératifs économiques (qualité, quantité de récolte, ...) et d'assurer au maximum leur diversification dans différentes zones pédoclimatiques.

Une première phase d'étude de collection "*in situ*" ou "collection variétale vivante" réside dans une description, aussi précise que possible, du matériel végétal rassemblé dans un même milieu, en s'intéressant à tous les caractères biologiques, phénologiques dont la connaissance est particulièrement très utile aux arboriculteurs comme aux sélectionneurs.

USE OF PHYSIOLOGICAL APPROACH IN PLANT BREEDING UNDER WATER STRESS. CASE OF WHEAT

Brinis L.

Biology department, University Badji Mokhtar, Annaba, Algeria.

ABSTRACT

Direct selection has been used for a very long time as main selection criteria for improvement.

Various phonological and morphological traits have been reported as being of a very great help when it come to screen among a wide range of adaptability. This method, even though it has proved some efficiency, is more and more leading to a controversial strategy on whether or not yield has to be achieved exclusively by this way.

As a matter of fact , these last two decades , indirect selection, by mean of use physiological traits of tolerance to water deficit , has be utilized to explore to what extend, genotypes caw withstand suboptimal environmental stress.

The present paper discusses some of the physiological traits that may participate in the general response of some wheat, cultivars, in terms of better adaptative scheme. Also, this method should represent a reliable alternative on how to decide for improving yield and stress adaptation as well.

Key words : *Wheat, physiology, plant breeding, adaptation, stress.*

Mots clés : *Désertification- Qualité de l'eau- Dureté- Salinité- Substances indésirables- Risque sanitaire- Traitement des eaux- Santé humaine.*

AGRICULTURE EN MILIEU ARIDE : POUR UN AMENAGEMENT DURABLE

Chaibou M.

*Docteur d'université, Enseignant-chercheur. Université Abdou Moumouni de Niamey
NIGER. malamchaibou@yahoo.fr*

RESUME

Les milieux arides (désertiques) sont caractérisés par une pluviosité annuelle inférieure à 150 mm, très mal répartie dans l'espace et le temps. Sous ces conditions, la productivité primaire est généralement très faible dans certains endroits et quasi-inexistante dans d'autres.

Les systèmes de production, en particulier le système d'élevage camelin, présents dans ces zones, sont adaptés à cette situation. Les camelins sont particulièrement adaptés à ces types de milieux, qui, en dépit des maigres ressources alimentaires et des conditions écoclimatiques très hostiles, s'avèrent productifs.

Une étude a été menée en vue d'analyser le potentiel zootechnique du bassin d'Agadez (Niger), situé dans une zone aride.

En effet dans ce bassin, les troupeaux étaient composés majoritairement de dromadaires (41 %). L'évaluation des ressources fourragères a montré une production annuelle de 382 kg Ms/ha. Malgré ce niveau très faible de productivité fourragère, la croissance pondérale des chamelons était très appréciable.

La production laitière moyenne, évaluée par contrôle laitier mensuel était de $2,9 \pm 0,4$ kg de lait trait par jour. Cependant la chamelle peut donner dans ce milieu jusqu'à 7,7 kg de lait par jour en deux traites.

Sur la base de ces performances, le bassin laitier, vaste de 4 424 km², offrait un potentiel journalier de production d'environ 8 tonnes de lait de chamelle, directement commercialisable.

Cette production assez appréciable au regard des conditions du milieu, procure un revenu supplémentaire non négligeable aux éleveurs qui pratiquent la spéculation laitière. Ce qui permet donc ainsi, à ces populations de rester dans ces zones désertiques, pour y vivre, et produire grâce à leurs animaux (camelins), qui valorisent ces vastes espaces aux maigres ressources alimentaires.

En tout état de cause, pour développer cette production laitière et augmenter davantage le potentiel du bassin, des actions d'accompagnement (formation, sensibilisation, structuration, etc.) en direction des éleveurs sont nécessaires, voire indispensables.

Mots clés : *Zones désertiques, système de culture, travail du sol, aspect écologique.*

**SELECTION DE SOUCHES DE *RHIZOBIA*
POUR LA PRESERVATION DES RESSOURCES VEGETALES**

Dekkiche S., Riahi N., Mokrani D., Benguedouar A., Djekoune A.

Département de sciences de la nature, Laboratoire de biotechnologies. Université Mentouri, Constantine. Algérie. selmoun_nora@yahoo.fr

RESUME

L'amélioration de la fixation biologique de l'azote par association symbiotique adaptée à des contraintes données, est devenue l'une des principales voies d'augmentation de la production agricole, ainsi que la régénération de l'environnement dégradé. Dans ce but nous avons essayé de sélectionner les meilleures souches de *rhizobia* capables d'une fixation symbiotique d'azote dans des conditions bien déterminées. Le travail réalisé consiste en l'isolement de bactérie nodulant la plante *Cicer-arietinum*, à partir des nodules de cette plante légumineuse. Ceci est suivi par une authentification et une caractérisation physiologique et biochimique des isolats en présence de souches de référence ayant différentes origines. Les résultats des tests de résistance, aux antibiotiques, aux phages, ainsi qu'à certains facteurs extrinsèques, ont permis de sélectionner, parmi les isolats, trois souches représentant un bon choix pour la production d'un *inoculum* de bonne qualité.

Mots clés : *Nodules, Cicer-arietinum L., sélection, symbiose, Environnement.*

Du fait de leur grande importance dans la fixation biologique de l'azote, les bactéries dites *Rhizobia* font l'objet de recherches particulières qui débordent largement celui de l'agronomie, ainsi que la régénération de l'environnement dégradé. A cause de leur grande valeur nutritionnelle, la facilité de leur culture, leur grande résistance aux stress hydrique et leur grande capacité symbiotique, nous avons choisi la légumineuse *Cicer-arietinum* comme plante hôte. Grâce à des approches génomiques et phénotypiques, *Nour* et ses collègues (1994– 1995), et *Jarvis et al.*, (1997) ont pu classer les bactéries isolées à partir de la plante *Cicer - arietinum* dans le genre *Mesorhizobium*.

Nous envisageons de faire davantage de recherches, avec beaucoup d'isolats, pour sélectionner les souches les plus performantes à infecter et pour fixer l'azote atmosphérique. Ces dernières feront l'objet d'un matériel de base pour produire un *inoculum* local de bonne qualité. Dans ce but nous nous limitons à suivre la performance symbiotique avec la plante et à analyser les caractères morphologiques et culturaux de plusieurs isolats, essayer d'avoir des approches phénotypiques et biochimiques et ainsi, pouvoir valoriser les souches testées et sélectionner les meilleures.

Matériel et méthodes

Tableau 1 : Différentes souches bactériennes testées

Bactéries	Origine géographique	Source
<i>R. hedysari</i> (A6)	Constantine	Labo – Biotechnologie ISN Cne
DS 51	Constantine	Objet de notre travail
DS 52	Constantine	Objet de notre travail
DS 61	Constantine	Objet de notre travail
<i>R ciceri</i> (CP 39)	Alep-Syrie	ICARDA- Alep (Syrie)
<i>R. leguminisarum bv trifolii</i> (843)	Australie	<i>B. J. Rofle</i> – Canberra (Australie)
<i>R. meliloti</i> (CM2)	Irlande	H. F. O'GARA – Cork (Irlande)
<i>R.hedysari</i> CC1335	Australie	<i>J.Brockwell</i> -Canberra (Australie)
<i>R.hedysari</i> (IS 123)	Cadix – Espagne	<i>F. J. Ollero</i> – Seville (Espagne)

Conditions de culture

La culture bactérienne est réalisée à 30° C dans le milieu YMA (Yeast Mannitol Agar) dont la composition en gramme/litre est : Mannitol (10), K2 HpO₄ (0.5), Mg SO₄ 7H₂O (0.2), NaCl (0.1) et extrait de levure (04) (Vincent, 1970). D'autres milieux sont utilisés selon les tests appliqués à savoir : le Glucose peptone Agar (GPA) : le Calcium-glycérophosphate et le 3-Cétolactose, une solution nutritive de *Ferheüs*, le Mannitol nitrate Agar (MNA) et des dilutions phagiques. L'isolement des bactéries est réalisée selon la technique de Vincent (1970) ; Beck et al., (1993), les nodules collectés à partir de la plante légumineuse (*Cicer - arietinum* L.), sont conservés par dessiccation sous CaCl₂, stérilisés par leur immersion dans l'Ethanol à 95 % (5 à 10 secondes), puis dans une solution de Chloride de Mercure (MgCl₂) acidifié à 0,1 % (P/V) pendant 3 mn et par leur rinçage plusieurs fois par de l'eau distillée stérile. Les nodules sont écrasés et le broyat est ensemencé sur milieu YMA + rouge de Congo. Pour distinguer entre le genre *Rhizobium* et *Agrobactérieum*, les isolats ont subi deux tests : le test de précipitation de Calcium glycérophosphate et celui du 3 –cétolactose. Les bactéries sensées être du genre *rhizobium* sont purifiées et conservées sur milieu YMA + CaC O₃.

Authentification des isolats

Elle est réalisée selon la technique de jarre de Léonard (Vincent, 1970). Les graines de pois chiches sont stérilisés par immersion dans l'Ethanol à 95 %, puis dans une solution de Chloride de Mercure (HgCL₂) acidifié à 0,1 % pendant 3 mn ; les graines sont ensuite rincées plusieurs fois par de l'eau distillé stérile. Les grains germés sont semés dans des jarres contenant du vermiculite stérile et une solution nutritive de *Ferheüs*, après 8 semaines, la nodulation est estimée.

Caractérisation bactérienne

Tableau 2 : Caractérisation des isolats et des souches de référence

Souches	A6	IS123	CC13335	843	CM2	DS51	DS52	DS61	CP39
Utilisation de source de carbone									
Mannitol	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Glucose	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Galactose	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Maltose	+	+	+	+	+	+	+	+	+
D(+)Xylose	+	+	+	+	+	+	+	+	+
D(+)Saccharose	+	+	+	+	+	+	+	+	+
T⁰ Maximal	40	37	37	37	40	40	40	40	40
Hydrolyse d'urée	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Activité enzymatique									
Nitrate réductase	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cellulase	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Pectinase	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Résistance aux antibiotiques (CMI, ug/ml)									
<i>Viramycine</i>	60	50	40	40	60	50	40	50	60
Streptmycine	20	50	50	50	20	30	30	40	50
Péniciline	60	80	80	80	100	120	120	120	100
Chloramphinicol	10	15	8	10	10	20	20	20	10
Oxatetracycline	2	2	4	1	1	24	2	2	3
Acide nalidixique	250	220	250	200	250	280	300	300	250

Utilisation de source de carbone

Les cultures sont réalisées sur YMA contenant 0.1 % de différents sucre : D. galactose, lactose, D. saccharose, D. glucose, D. xylose, Sorbitol, le Mannitol a servi de témoin (*Somasegaram et al.*, 1985-1993).

Température maximale de croissance et tolérance au sel

Les cultures bactériennes sont réalisées sur le milieu YMA à différentes températures : 4° C, 20° C, 37° C, 40° C (*Nour et al.*, 1994) et à différentes concentrations au NaCl (*Struffi et al.*, 1998).

Production d'enzymes

Les bactériens sont testées pour l'hydrolyse de l'urée, (*somasegaram et Hoben 1994*), pour leur capacité à réduire les nitrates (*Vincent, 1970 ; Benguedouaret al.*, 1993-1997), pour leur activité cellulolytique, et enfin pour leur pouvoir pectinolytique (*Beeck et al.*, 1993).

Résistance intrinsèque aux antibiotiques

Les concentrations minimales inhibitrices (CMI) aux antibiotiques, sont obtenues par la méthode de dilution de solutions stocks pour des quantités appropriées d'antibiotiques (*Vincent, 1970 ; Somasegaram, et Hoben, 1994*).

Test de phages

Ce test est réalisé selon la technique décrite par (*Somasegaran et al.*, 1994). Les suspensions phagiques sont toutes déposées sur la même boîte contenant les suspensions bactériennes en phase exponentielle à raison de 5µl. L'inspection des boîtes est réalisée après une incubation de 24 h à 48 h. La présence de plaque montre la sensibilité de la bactérie au phage présent (*Semasegaran et Hoben, 1994*).

Résultats et discussion

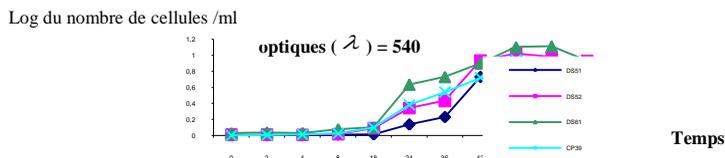
Toutes les souches bactériennes testées montrent leur aptitude à utiliser les différentes sources de carbone appliquées. Les trois isolats DS51, DS52, DS61, ainsi que les souches de référence n'exigent pas du Mannitol et peuvent assimiler toutes les sources de carbone disponibles. Elles peuvent réduire les nitrates en ammonique, hydrolysent l'urée et possèdent toute une gamme d'enzymes grâce auxquelles, elles peuvent résister à leur environnement et infecter leurs plantes hôtes, à savoir la cellulase, la pectinase.

Tableau 3 : Nombre de nodules par plante

Souches	DS12	DS15	DS61	DS20	DS51	DS52	DS11	DS18
Nombre	4	6	22	8	15	18	15	6
Ecartype								

Le suivi de la croissance bactérienne montre que les colonies sont apparues après 24 heures d'incubation et le nombre maximal des bactéries est obtenu entre 48 à 72 h, (fig1), ceci permet de conclure que les bactéries isolées sont à croissance rapide (*Zaho et al, 1984*).

Fig. 1 : Croissance des isolats et de la souche CP39 sur milieu YMB durant 108 heures d'incubation



Les trois isolats DS52 DS61 et DS51, ont montré une tolérance élevée concernant les facteurs extrinsèques appliqués dans ce travail. En effet les isolats DS52 DS61 ont pu tolérer 5 % de Na Cl et une température de 40° C (fig. 2 & 3).

Fig. 2 : Croissance des isolats et de la souche CP39 sur milieu YMB à différentes Concentration en Na Cl après 48 heures d'incubation

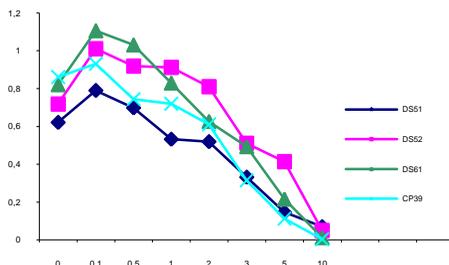
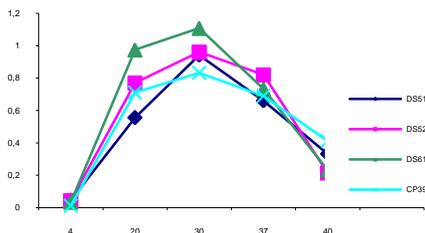


Fig. 3 : Evolution du nombre de bactéries *Rhizobium* au cours du temps différentes températures après 48 heures d'incubation



Il existe une variable dans le degré de tolérance aux antibiotiques entre espèces de *Rhizobium* et même entre les souches de la même espèce (Vincent, 1970) ; ceci fait des antibiotiques un bon trait pour comparer entre différentes souches bactériennes ; dans ce même but nous avons utilisé une gamme de concentration croissante pour chaque antibiotique appliqué.

Excepté pour l'Oxatétracilline et l'ampicilline auxquelles les souches *hydisari* (CC1335) et *melliloti* (CM2) présentent successivement la plus grande CMI (concentration maximale inhibitrice), les isolats présentent un CMI supérieur ou égal à celui des autres souches de référence, et réagissent de la même façon pour chaque antibiotique, notamment pour la pénicilline, l'Oxatetracycline, le chloramphicol et l'acide nalidixique.

Le phage aussi, est un excellent marqueur. En effet les interactions entre les *Rhizobiophages* et leurs hôtes sont hautement spécifiques (Vincent, 1970). D'ailleurs le test phagique a été utilisé par Somasegaran et al., (1994) pour caractériser plusieurs souches de *Bradyrhizobium*, et une rangée de *Bactériophages* a été appliquée par Struffi et al., (1998) pour différencier entre les souches d'une population de *Rhizobium hydisarum*. Nous l'avons également appliquée pour identifier les isolats et pour pouvoir sélectionner les plus tolérants.

Conclusion

L'identification des bactéries isolées est basée sur des caractéristiques phénotypiques (morphologiques et culturales), et sur la performance symbiotique.

Les trois isolats DS51, DS52, DS61, présentent les mêmes caractères phénotypiques que ceux des souches de référence qui sont du genre *Rhizobium* ; en plus, nos isolats ont montré plusieurs comportements identiques à ceux du genre *Mediterraneum*, notamment leur vitesse de croissance, leur grande résistance au NaCl, au chloramphénicol et à l'acide nalidixique (Garg et al., 1985 ; Nour et al., 1994, Gaur et al., 1981). Les isolats réagissent presque de la même façon pour chaque concentration d'antibiotique utilisé et vis-à-vis de chaque phage ; donc il pourrait s'agir d'une même souche de *rhizobium* algérienne, mais ceci ne doit être confirmé que par un moyen plus délicat.

Cependant nos isolats ont montré une variabilité concernant. La résistance aux différentes températures et aux concentrations de sel appliquées. En effet les bactéries DS51, DS52 et DS61, ont montré la plus grande résistance à ces deux paramètres. Sachant qu'elles ont montré le plus grand nombre de nodules (15 à 22 nodules/plante), suite au test de nodulation, nous pourrions les sélectionner pour production d'un *inoculum* dans le but d'une bactérisation des champs de *Cicer-arietinum*. L'efficacité des bactéries testées n'a pas été suivie dans cette étude, mais les propriétés montrées par nos isolats, notamment leur résistance aux facteurs extrinsèques et leur adaptation au sol, surtout leur grande résistance à la concentration de NaCl variant de 3 % (DS52) à 5 % (DS51, DS61), fait de ces bactéries seront un bon choix pour enrichir le sol algérien en azote biologique et en particulier les sols irrigués par de l'eau riche en sel.

Références

- Beck D.P. ; Materon L.A. ; Afandi F.** (1993) : - Pratical *Rhizobium*-legume technology manual. *Technical manual N° 19*.
- Benguedouar A. ; Corich V. ; Giacomini A. ; Squarniti A. ; Nati M.P.** (1997) : - Characterization of symbiotic bacteria from the Mediterranean legume crop *Hydisarum coronarium* (Sulla) by *Multicocus* enzyme electrophoreses. *Agr. Med.*, **127**, 173-177.
- Benguedouar A. ; Squarniti A. ; Casella S. ; Nodi, M.P.** (1998) : - Metabolic properties, stress tolerance and macromolecular profiles of *Rhizobia* nodulating *Hedysarum coronarium*. *Applied microbiology*. 84, 81-89.
- Cleyet-Marel J.C.** (1988) : - Seed inoculation and inoculant technology. In Nitrogen fixation by legumes in Mediterranean agriculture. *Developments in plant and soil sciences*. Edited by D.P Beck and L.M.Materon., pp 251-258.
- Eagleshan A.R.J.** (1987) : - The use of intrinsic antibiotic resistance for *Rhizobium* study. In: Symbiotique nitrogen fixation technology. *G.H. Elkan* (eds).
- Garg F.C. ; Beri M. ; Tauro P.** (1985) : - Intrinsic antibiotic resistance in chickpea (*Cicer arietinum*.) *rhizobia*. *J.Agric.Sci . Combridge University.*,**105**(1), 85-89.
- Gaur Y.D. ; Sen A.N.** (1981) : - Cultural and biochemical characteristics of roots nodule bacteria of Chickpea (*Cicer arietinum L.*). *Zbl. Bakt. II. Abt.*, **136**, 307-316.
- Gaur Y.D.** (1993) : - Microbiology, physiology, and agronomy of nitrogen fixation : Legume-*Rhizobium* symbiosis. *Proc. Indian. Natn. Sci. Acad.* **B59.314.**, pp 333-358.
- Gaur Y.D. ; Lowther W.L.** (1982) : - Composition and persistence of *Rhizobium trifolii* in relation to inoculation level and lime pelleting on white clover sown into cultivated soil. *N.Z.Journal of aricultural research*. **25**, 277-280.
- Graham P.** (1994) : - Legume nodule symbiosis: In Methods of soils analysis. Part2. microbiology and Biochemical properties ssa book series N°5., pp 199-222.
- Jarvis B.D.W. ; Vanberkim P. ; Cher X. ; Nour S.M. ; Fernandez M.P. ; Cleyet-Mrel J.C. ; Cillis M.** (1997) : - Transfer of *Rhizobium loti*, *Rhizobium huakuri*, *Rhizobium Ciceri*, *Rhizobium Meditarraneums* and *Rhizobium Tianshanense* to *Mesorhisobium gen. nov.* *Int. j. Sys. Bacteriol.*, **49**, 895-898.

- Kuykendall L.D.; Gaur Y.D.; Dutta S.K.** (1993) : - Genetic diversity among *Rhizobium* strains from *Cicer arietinum* L. *Lettres in applied microbiology*. 17, 259-269.
- Maehlbauer F.J.** (1993) : - Food and grain legumes. In *J.Janick and J.E.Smion* (eds). pp 256-265.
- Maeson Vander L.J.G.** (1987) : - Origine history and taxonomy of chickpea. In chickpea. edited by M.C.Saxena and Sing. c.a.b.international, aberystwyth, wales., pp 11-34.
- Nour S.M. ; Cleyet-Marel J.C. ; Normand P. ; Fernandez M.P.** (1995) : -Genotypic heterogeneity of strains nodulating *Chickpea* (*Cicer arietinum* L.) and description of *Rhizobium Mediterraneum* sp.nov. *Int.J.Syst. Bacteriol.*, **45**, 640-648.
- Nour S.M. ; Fernandez M.P. ; Normand P. ; Cleyet-Marel J.C.** (1994) : - *Rhizobium Ciceri* sp.nov. Consisting of strains that nodulate chickpeas (*Cicer arietinum*L.). *International journal of systematic bacteriology.*, 44, 511-522.
- Pilbeam C.J. ; Wood M. ; Jones M.J.** (1997) : - Proportion of total nitrogen and fixed nitrogen in shoots of lentil and chickpea grown in a Mediterranean-type environment. *Exp-agric.*, 33 (2), 139-148.
- Plancauert P.H. et Wery J.** (1991) : - Le pois chiche : Culture, utilisation.
- Somasegaran P.** (1985) : - Inoculant production with diluted liquid culture of *Rhizobium* sp. Peat, sterility requirement, storage and plant effectiveness. *Applied and environmental microbiology.*, pp 398-405.
- Somasegaran P.; Hoben J.** (1993) : - Hand book of *Rhizobia* : Methods in legumes-*Rhizobium* technology.
- Struffi P.; Corich V.; Giacomini A.; Benguedouar A.; Squarniti A.; Casella S.; Nuti M.P.** (1998) : - Metabolic properties, stress tolerance and molecular profiles of *Rhizobium* nodling *Hedysarum coconarium*. *J.Appl. Microbiol.* 84, 81-89.
- Summerfield R. J.; Virmani S. M.; Robert E.H.; Ellis R.H.,** (1990) : - Adaptation of chickpea in agroclimatic constraints. Chickpea in the nineties: Proceedings of the second international workshop on chickpea improvement, 4-8 dec 1989. ICRISAT. pp 61-72.
- Vincent J.M.** (1970) : - A manual for the practical study of the root nodule bacteria.IBP .Hand book n°15 - Black well scientific publishers, Oxford.
- Young J.P.W.** (1996) -Phylogeny and taxonomy of *Rhizobia* plant and soil. 186, 45-52.
- Zhao Z.; Williams S.E.; Schuman G.E.** (1997) : - Renodulation and characterization of *Rhizobium* isolates from *cicer milkvetch* (*Astragalus cicer* L.). *Biol-fertil-soils.*, 25 (2), 169-174.

ETUDE DE LA BIODIVERSITE CHEZ QUATRE LEGUMINEUSES DU GENRE

Lathyrus : *L. sativus* L. et *Vicia* : *V. sativa* L., *V. narbonensis* L.
et *V. ervilia* (L.) Willd.,

CULTIVEES DANS LE SEMI ARIDE CONSTANTINOIS

Kara K. & Khelifi D.

Laboratoire de biochimie génétique et de biotechnologie végétale. Département de Biologie. Université Mentouri Constantine - Karima-k2006@yahoo.fr

RESUME

Les zones semi arides occupent une grande partie du territoire algérien ; les cultures y demeurent aléatoires du fait de l'aridité climatique et édaphique, induites par l'eau d'irrigation et par les faibles précipitations.

Pour prévenir toute érosion ultérieure, de grandes collections de légumineuses ont été constituées. Ces cultures contribuent au maintien de la fertilité des sols par apport d'azote et jouent un rôle primordial dans la rotation des cultures en produisant un fourrage très prisé par le bétail.

Mais dans le souci que cette diversité soit accessible et utilisable par les sélectionneurs, son évaluation quantitative et qualitative est un préalable indispensable à la définition d'une stratégie d'amélioration ou de gestion de ressources. Ces ressources biologiques et génétiques des espèces vivantes ne sont renouvelables que si elles sont préservées et finalisées par la sélection des variétés nouvelles.

Ce travail s'inscrit dans ce contexte. Il s'agit d'évaluer la diversité biologique de quatre espèces fourragères de gesse et de vesce.

Le travail a été effectué sur 60 ressources génétiques cultivées dans le constantinois (semi-aride) et a porté sur des caractères agronomiques.

L'étude a démontré que la hauteur de la tige et le nombre de grains par gousse sont les principales variables qui permettent au mieux de les différencier. Ces espèces et leurs génotypes révèlent d'une part une grande stabilité intraspécifique et intergénotypique traduite surtout chez *Lathyrus sativus* L. et *Vicia ervilia* (L.) Willd. et d'autre part une diversité interspécifique et surtout intergénotypique chez *Vicia sativa* L. et *Vicia narbonensis* L., qui se démarquent des autres cultivars par des génotypes répartis en plusieurs groupes.

Mots clés : Ressources génétiques, semi aride, caractères agronomiques, biodiversité.

En Algérie, le développement de l'élevage fait face à plusieurs contraintes, parmi lesquelles l'insuffisance fourragère constitue un handicap majeur. Dans les années 80, la généralisation de l'alimentation de compléments à base de céréales et de concentrés, lourdement subventionnée, avec pour objectif une stabilité des effectifs et par conséquent une augmentation de la production animale, a pénalisé la production fourragère (Bourbouze, 1990). Cette situation a fait que plus du quart de l'alimentation animale nécessaire est assurée par le recours à l'importation. Malgré les efforts consentis pour l'amélioration des fourrages en Algérie, la production demeure bien en deçà des besoins du cheptel (Zeghida, 1987). A ce niveau là, il serait plus intéressant de développer la culture des légumineuses, l'intégration de l'agriculture et de l'élevage dans les zones céréalières semi-arides, par l'adoption d'un système de rotation céréales/légumineuses fourragères, rentable et productif.

Dans ce contexte, ce travail a été réalisé grâce à la coopération de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) du Khroub. Ce dernier a mis à notre disposition un ensemble diversifié de grains de gesses et de vesces et nous a octroyé une parcelle pour réaliser notre expérimentation.

Nous avons tout d'abord cherché à mettre en évidence une distinction interspécifique chez 64 accessions (génotypes), en utilisant certains paramètres agronomiques, quantifiés à différents stades phénologiques. L'outil statistique nous a permis de valoriser les informations recueillies et d'estimer la diversité génétique en faisant souvent appel à des analyses multidimensionnelles (analyse en composante principale, analyse de la variance).

A cet effet, notre intérêt s'est porté sur quatre espèces de légumineuses fourragères, destinées essentiellement à l'alimentation des animaux sous forme de foin, de graines ou de fourrage vert, en l'occurrence une espèce de gesse : *Lathyrus sativus* L. et trois espèces de vesces : *Vicia sativa* L., *Vicia narbonensis* L., et *Vicia ervilia* (L.) Willd.

MATERIEL ET METHODES

L'essai a été réalisé sur la station expérimentale de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) du Khroub et sur une parcelle ayant comme précédant cultural : le blé. Le matériel végétal employé dans cet essai est composé de 3 espèces de vesces : *Vicia sativa* L. (vesce commune), *Vicia narbonensis* L. (vesce de Narbonne), *Vicia ervilia* (L.) Willd (vesce ervilière) et une espèce de gesse *Lathyrus sativus* L. (gesse commune). Ces espèces sont introduites de Syrie par l'ICARDA, à 16 accessions chacune, dont un écotype local (espèce algérienne) pour chaque espèce (représentée par l'accession ou génotype 16). Au total 64 accessions d'origine différentes ont été utilisées pour la réalisation de notre travail. Les écotypes locaux sont : *Ain Abid* (*Lathyrus sativus* L.), *Languedoc* (*Vicia sativa* L.), *Zeghaïa* (*Vicia narbonensis* L.) et *H'lilif* (*Vicia ervilia* (L.) Willd).

L'essai est réalisé selon un dispositif en modèles blocs complets aléatoires, plan de randomisation totale à trois répétitions pour chaque accession.

Quelques paramètres agronomiques ont été mesurés lors de cet essai expérimental :

Paramètres physiologiques : Stade de floraison (FLR), Stade de maturité (MTR) exprimés en longueurs des jours ; un paramètre morphologique : Hauteur de la tige calculé en cm et des paramètres de rendement et de composantes du rendement : le nombre de gousses par plante (NGP), le nombre de graines par gousse (NGG), le poids de cent grains (PCG) exprimé en grammes, le rendement biologique (RDB) et le rendement en grains (RDG) sont exprimés en q/ha.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les mesures sur champ montrent que la durée du cycle phénologique des genres *Lathyrus* et *Vicia* varie en moyenne de 147 à 180 jours à compter du jour de semis jusqu'à maturité. *Vicia narbonensis* L est plus précoce que les autres espèces ; quant à *Vicia ervilia* (L.) Willd arrive à maturité un mois et demi après celui de la

vesce de Narbonne ; observation confirmée par Siddique et *al.*, (1999). Tous les écotypes locaux révèlent un cycle phénologique beaucoup plus court que celui des génotypes introduits : il varie en moyenne de 99 à 111 jours. *Zeghaia*, appartenant à l'espèce *Vicia narbonensis* L., est l'écotype le plus précoce et *H'lilif* est le plus tardif écotype appartenant à l'espèce *Vicia ervilia* (L.) Willd.

La hauteur des plantes HTP chez *Vicia narbonensis* L., révèle les valeurs les plus élevées 58.6 cm, suivie de celle de *Lathyrus sativus* L qui est de l'ordre de 55.6 cm.

Vicia ervilia (L.) Willd enregistre le nombre de gousses, par plante NGP, le plus élevé varie de : 71 à 81, alors qu'il est de : 21 à 29 chez *Lathyrus sativus* L.

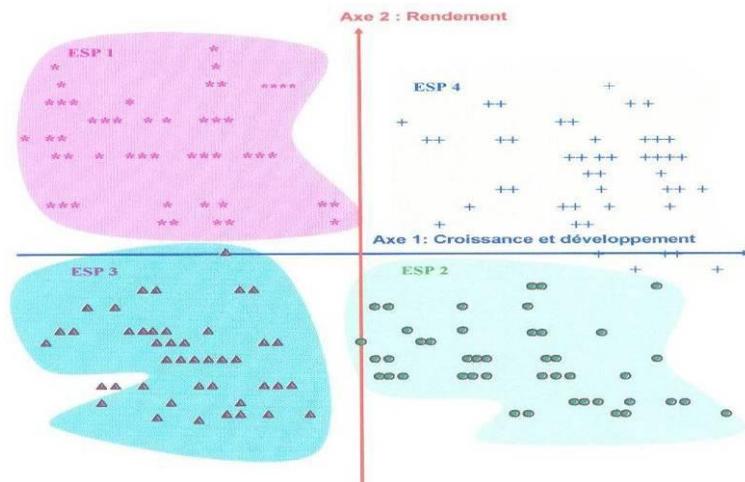
Vicia sativa L enregistre la valeur la plus élevée en nombre de graines par gousse NGG, de : 6 grains/gousse en moyenne, alors que *Lathyrus sativus* L., n'en renferme que 3 grains/gousse.

Les rendements en grains RDG et biologiques RDB enregistrent les valeurs maximales chez *Lathyrus sativus* L.

Ces résultats ont été exploités par un enchaînement d'analyses multivariées. Il s'agit dans une première étape d'avoir une idée sur la variabilité des différentes espèces et d'arriver à une réduction du nombre de paramètres étudiés par le biais d'une analyse en composante principale ACP. Suivie d'une analyse de variance à un facteur ANOVA qui consiste à étudier les différences de comportement des génotypes à l'intérieur de chaque espèce. Le modèle choisi est la randomisation totale. Le logiciel suivi est celui de l'Institut Technique de Céréales et de Fourrages STAT-ITCF, version 5.0

L'analyse en composante principale fait ressortir quatre groupes distincts (figure 1).

Figure 1 : Superposition des accessions et des variables selon les axes 1-2 issus de l'ACP des quatre espèces



Chaque groupe compose une espèce et se distingue nettement des autres en fonction des variables ayant contribué à la formation des deux axes. Les nuages de points correspondant à chaque groupe témoignent d'une nette homogénéité intraspécifique à l'intérieur de chaque espèce, mais d'une forte hétérogénéité interspécifique entre les quatre espèces enregistrées. *Lathyrus sativus* L. (ESP1) est une espèce caractérisée par une taille et un rendement élevés. *Vicia sativa* L. (ESP2) est caractérisée par une taille courte et un rendement très faible, mais un nombre de grains plus importants. *Vicia narbonensis* L. (ESP3) se distingue par sa précocité, sa taille et son nombre élevé de grains par gousse et *Vicia ervilia* (L.) Willd (ESP4) représente le groupe qui possède les caractéristiques inverses de *Vicia narbonensis* L. C'est une espèce tardive de petite taille qui présente un nombre de graines par gousse très faible. A cet effet la hauteur HTR et le nombre de graines par gousse NGG sont les principales variables qui permettent de différencier au mieux les espèces étudiées. Ces espèces révèlent des comportements différents les uns des autres ; ce qui dénote : d'une part, une grande stabilité intraspécifique, et d'autre part, une variabilité interspécifique exprimant soit : des diversités génétiques et/ou phénotypiques interspécifiques, soit : des origines géographiques différentes qui, selon Lefort-Buson (1988), rendent partiellement compte de la diversité génétique des espèces. Il est ainsi avantageux de choisir : d'une part, des espèces ayant une phase de floraison-maturité courte (espèces précoces), ce qui réduit les risques néfastes tels la chute de fleurs sous l'effet des conditions climatiques et, d'autre part, des espèces de grandes tailles.

L'analyse de la variance à un facteur a été réalisée sur la variable HTR (Hauteur des plantes), caractère considéré le moins stable d'après Siddique et *al.*, (1999) ; néanmoins, c'est la variable qui exprime le mieux les différences entre les génotypes étudiés. Aucune différence significative n'existe entre les génotypes de *Lathyrus sativus* L. et de *Vicia ervilia* (L.) Willd (Tableau 1).

Tableau 1 : Synthèse de la variabilité intergénotypique chez 4 espèces

(Fischer tabulée = 1.91 à $\alpha < 5\%$)

Espèces	Fisher	Signification concernant la différence	Variabilité
1	1.00	Non significatif	Pas de variabilité
2	8.36	Significatif	Forte variabilité
3	2.36	Significatif	Faible variabilité
4	1.71	Non significatif	Pas de variabilité

Ces espèces renseignent sur une stabilité génotypique à l'intérieur de chacune d'elles. Par contre *Vicia sativa* L. se démarque par une forte variabilité intergénotypique traduite par 10 groupes distincts (tableau 2). Les travaux de Przybylska et *al.*, (2000) démontrent que l'étude électrophorétique sur cette espèce révèle, une multitude de lignées nouvelles. Cette diversité est probablement due à un patrimoine génétique différent d'un génotype à un autre. Jaaska (1997) déclare l'existence d'une variation isoenzymatique au sein de cette espèce.

Tableau 2 : Les groupes de géotypes qui se dégagent de *Vicia sativa* L. (L'espèce 2) selon l'analyse de Newman et Keuls.

Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3	Groupe 4	Groupe 5	Groupe 6	Groupe 7	Groupe 8	Groupe 9	Groupe 10
Gén : 19	Gén : 20- 28	Gén : 18-21-30-32	Gén : 22-23-29	Gén : 27	Gén : 25	Gén : 31	Gén : 24	Gén : 17	Gén : 26

Selon Potokina *et al.*, (1999), la caractérisation particulière de *Vicia sativa* L. est surtout cytologique, car elle possède 03 nombre de chromosomes différents ($2n=10$, $2n=12$, $2n=14$). Van De Wouw *et al.*, (2001) confirment par AFLP, la découverte de 6 sous-espèces chez *Vicia sativa* L. Ce qui révèle des corrélations entre les caractéristiques biochimiques, génétiques et écologiques. Cependant *Vicia narbonensis* L., se compose de 03 groupes seulement (tableau 3) traduisant ainsi une faible variabilité géotypique. Ce complexe *Vicia narbonensis* L. possède plusieurs variétés ce qui explique potentiellement cette diversité (Zymniak-Przybylska et Przybylska, 1995). Les résultats enregistrés sur ces deux dernières espèces démontrent une importante variabilité entre les géotypes. Cette variabilité est liée, d'une part, aux caractères génétiques des différents géotypes et d'autres part aux conditions environnementaux. Ainsi, les aspects génétiques et biologiques jouent un rôle important dans l'expression et la stabilité des rendements des cultivars.

Tableau 3 : Les groupes de variétés qui se dégagent de *Vicia narbonensis* L. (L'espèce 3) selon l'analyse de Newman et Keuls

Groupe 1	Groupe 2	Groupe 3
39- 47	48	33-34-35-36-37-38-40-41-42-43-44-45-46

Ces critères morpho-phénologiques et les paramètres du rendement additionnels pour la distinction spécifique et/ou variétale présentent l'inconvénient d'être dépendant de l'environnement.

CONCLUSION

A cet effet la hauteur de la tige du végétal HTR et le nombre de grains par gousse NGG sont les principales variables qui permettent de différencier les espèces étudiées. Il est donc préconisé de porter un choix sur des espèces de grandes tailles et la sélection pour le rendement peut être limitée au NGG utilisées comme critère de sélection. Il est également plus avantageux de choisir des espèces précoces, ce qui réduit le risque de perte de gousses par chute prématurée de fleurs et donc améliorer le rendement des grains. Ces espèces et leurs géotypes révèlent des comportements différents les uns des autres ce qui dénote une grande stabilité à l'intérieur de chaque espèce et entre les géotypes de *Lathyrus sativus* L. et *Vicia ervilia* (L.) Willd. D'autre part, il se démarque une diversité intergéotypique chez *Vicia sativa* L. et *Vicia narbonensis* L., probablement liée aux caractères génétiques des divers géotypes et/ou aux conditions environnementales. Ainsi le classement des espèces, exprimé sur la base de caractères étudiés, constitue une étape primordiale à leur exploitation en sélection.

Ces aspects génétiques et/ou biologiques, jouent un rôle important dans l'expression de la stabilité des rendements des cultivars. Par conséquent, selon le critère de sélection, le matériel végétal peut être utilisé dans le programme d'amélioration des populations et au développement à court ou à long terme de nouvelles espèces plus productives.

Références bibliographiques

- Jaaska V.**, 1997 : Isoenzyme diversity and phylogenetic affinities in *Vicia* subgenus *Vicia* (Fabaceae). *Genetic Resource and Crop Evolution*. 44: 557-574
- Lefort-Buson M., Hebert Y. & Damerval C.**, 1988 : Les outils d'évaluation de la diversité génétique et phénotypique. *Agronomie*, 8(3) : 173 –178.
- Potokina E., Tomooka N., & Vaughan D.A.**, 1999 : Phylogeny of *Vicia* subgenus *Vicia* (Fabaceae) based on analysis of RAPDs and RFLP of PCR-amplified chloroplast genes. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 46 : 149-161
- Przybylska J., Zimniak-Przybylska Z. & Krajewski P.**, 2000 : Electrophoretic seed albumin pattern in the *Vicia sativa* L. aggregate. *Journal of applied genetics*, **41**(3) : 139 – 149.
- Siddique K.H.M., Loss S.P. & Regan K.L.**, 1999 : Adaptation of seed yield of cool season grain legume in mediterranean environments of south-western Australia. *Australian Journal of Agriculture Research*, 50 : 375 –378.
- Van De Wouw M., Enneking D., Maxted N. & Chabane K.**, 2001 : Molecular taxonomy of *Vicia* ser. *Vicia* base on Amplified Fragment Length Polymorphisms. *Plant Systematics and Evolution*, 229: 91-105.
- Zeghida A.**, 1987 : Possibilités et limites du matériel végétal d'introduction. Résultats d'expérimentation des écotypes locaux. *Céréaliculture*, **16** : 58-62.
- Zimniak-Przybylska Z. & Przybylska J.**, 1995 : Electrophoretic seed globulin patterns and species relationships in *Vicia* section Faba (Fabaceae). *Journal of Applied Genetics*. 36(4) : 299 – 3120.

IDENTIFICATION DES RACES CAPRINES DES ZONES ARIDES EN ALGERIE

Moustari A.

Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides
mistiri_azeddine@yahoo.fr

RESUME

En Algérie, la filière élevage caprin reste une activité peu développée ; malgré cela, l'effectif caprin a doublé en l'espace de dix ans. Cette augmentation montre bien l'intérêt porté à l'élevage caprin.

La conduite du troupeau est traditionnelle ; dans les conditions optimales, la charge pastorale en caprin est généralement de 4 à 5 têtes par ha.

Les races caprines, caractérisées généralement par une grande rusticité, sont adaptées aux conditions difficiles du milieu. De ce fait elles constituent un patrimoine génétique à sauvegarder.

La portée des races caprines est de deux fois par an, avec en moyenne trois chevreaux par mise bas dans les conditions d'entretien et d'alimentations optimales.

L'élevage caprin est réparti dans toutes zones du territoire algérien. Au nord il est cantonné dans les zones montagneuses ; mais le gros de l'effectif est reparti dans les zones steppiques et subdésertiques. Ces écosystèmes steppiques sont caractérisés par une grande fluctuation climatique, qui se traduit par des années sèches, où la production de biomasse limite les possibilités d'augmentation des effectifs de cheptel reproducteurs.

Mots clés : *Algérie ; élevage ; caprin ; charge pastorale ; rusticité ; patrimoine génétique.*

LA SYMBIOSE *Hedysarum coronarium rhizobium Sullae* :
ESSAI DE PRODUCTION D'INOCULUM

Mokrani D.¹, Riah N.², Dekkiche S.², Benguedouar A.², Djekoun A.²

¹Département de Biologie. Université Mohamed Kheider Biskra

² Université des frères Mentouri. Constantine. Département Sciences de la Nature. Laboratoire des Biotechnologies & Laboratoire Génétique Biochimie et Amélioration des Plantes.

RESUME

En raison de la dégradation de l'environnement et de la baisse de la fertilité des sols agricoles particulièrement sensibles dans notre pays, l'utilisation des microorganismes vivant en symbiose avec les espèces végétales, constituent une solution pour favoriser l'accroissement des productions agricoles, ainsi que la régénération des environnements dégradés, surtout dans les zones semi aride.

Dans ce travail, 6 souches de *Rhizobium* isolées à partir des nodules fixateurs d'azote atmosphérique de la légumineuse *Hedysarum coronarium* L., sont identifiées comme étant du *Rhizobium sulae*, très spécifique de cette plante connue sous le nom *Sulla*.

Compte tenu de leur résistance au stress salin (10 % de Na Cl) et de leur adaptation à des températures élevées (37° C), ces isolats sont sélectionnés pour la préparation d'*inoculum*, en présence des souches témoins nodulants la *Sulla* (A6, IS123, HCNT1).

Des bactériophages et des marqueurs d'antibiotiques sont utilisés pour détecter les isolats introduits dans le champ situé dans le Sud-est de l'Algérie.

Les réactions des isolats d'*inoculum* et ceux isolés après l'inoculation du champ avec les bactériophages ont permis d'identifier 5 isolats ; par contre la résistance intrinsèque aux antibiotiques (RIA) a permis d'identifier tous les isolats ; cela nous permis de nous conclure que la RIA est la plus adaptée pour l'étude de l'écologie de *Rhizobium*.

Mots clés : *Rhizobium sulae*, *Hedysarum coronarium*, *Sulla*, *inoculum*, *identification*

**CARACTERISATION ET ETUDE DE POLYMORPHISME DES
POPULATIONS LOCALES DE CHEVRES DANS LA REGION DE
TOUGGOURT (VALLEE DE L'OUED RIGH)**

Fantazi K.

M. C. E. INRA Algérie. fantaziurkhemis@yahoo.fr

RESUME

En Algérie, le nombre de caprins est estimé à 3,2 millions (Iniguez, 2005), constituant une source non négligeable de lait, de viande et de poils.

La chèvre occupe une place importante dans la vie des personnes dans les régions arides et semi arides par son caractère d'adaptation et de sa valorisation des faibles ressources fourragères existantes.

Dans le contexte de la durabilité, avec tous les changements du milieu, nous sommes en mesure de conserver des populations locales, en adoptant l'espèce caprine, les pratiques et les systèmes de production existants.

Les populations caprines locales de la région de Touggourt sont caractérisées par une grande diversité génétique de point de vue phénotypique.

L'étude statistique des paramètres biométriques nous à révélé la formation de trois grands groupes :

- un groupe de chèvres qui produisent plus de lait, mais moins prolifiques,
- un deuxième groupe de chèvres qui produisent moins de lait, mais qui sont très prolifiques, en plus de son caractère d'adaptation au milieu,
- le troisième groupe est intermédiaire (Fantazi, 2004).

Le but de notre étude est de caractériser les populations caprines dans leurs milieux d'origine.

LA CERÉALICULTURE DANS LA ZONE DE LAHMAD : UN FACTEUR DE DÉGRADATION ET UN RISQUE POUR LES RESSOURCES PHYTOGÉNÉTIQUES PASTORALES

Meguelliati A.¹, Kanoun M.¹, Moussa B.¹ et Bellahrache A.²

¹ Unité de recherche en pastoralisme Djelfa INRA. a_kanoun@yahoo.fr

² Unité SIG INRAA, Alger

RESUME

Le cheptel joue un rôle économique et social fondamental au niveau de la zone de Lahme (Thlidjène - Algérie); mais les disponibilités fourragères spontanées sont loin de répondre aux besoins alimentaires des effectifs ovins.

La céréaliculture semble constituer une alternative pour remédier à ce déséquilibre alimentaire, causé par un état de dégradation avancée des parcours. Son utilisation sous différentes formes (grain, paille, orge en vert et chaumes) assure, en effet, aux éleveurs une certaine sécurité notamment en périodes de soudures. Cependant, sa pratique en dehors des zones potentielles et l'introduction des outils mécaniques, constituent aujourd'hui des facteurs de dégradation des ressources pastorales.

Les résultats de cette étude montrent que le territoire de Lahmad est occupé par deux principales zones céréalières : Faydjètes de Abdelmalek et de Ouled Bouyahia. En moyenne 24 ha sont labourés par enquêtés dont 75 % sont réservés à la culture de l'orge. Les rendements moyens sont faibles, évalués à 7 et 11 quintaux/ha pour le blé et l'orge respectivement.

Le traitement des images satellites a malheureusement révélé une augmentation de 136 % des superficies céréalières, causant ainsi le rétrécissement des parcours et la disparition des ressources phytogénétiques pastorales.

Mots clés : *Céréaliculture, cheptel, orge, blé, dégradation, augmentation, espèces fourragères.*

Introduction

En dépit des faibles rendements des céréales et de l'aggravation des risques de désertification, nous assistons, ces dernières années, à une grave extension des labours sur des terres de parcours. Tous les travaux de recherche menés dans ce cadre (Abdelgherfi et al., 1986 ; Chatteront, 1986 ; Côte 1986 ; Kanoun et al., 2001) confirment que la culture des céréales est l'un des facteurs important du déclin des pâturages dans la steppe.

Les labours ne se limitent plus aux zones favorables à la céréaliculture, telles que les dayas, ou les zones d'épandage de crues (Photo : 1). Il s'agit là, d'un phénomène qui s'est développé dans la steppe, sur des sols impropres à l'agriculture et très sensibles à l'érosion.

Le défrichement a été amplifié par l'introduction de la mécanisation des labours réalisés à l'aide de tracteurs équipés de charrues à disques et inadaptes aux conditions écologiques de la steppe.

Cette céréaliculture dont les rendements sont insignifiants, vise surtout un apport fourrager pour des troupeaux de plus en plus nombreux. Cette mutation des systèmes alimentaires est aujourd'hui à l'origine de la tendance à l'extension des labours sur des terres de parcours, menaçant ainsi la stabilité socio-économique et écologique des zones agropastorales.



Photo 1 : labours sur une nappe à Alfa

Selon Bedrani (1995), 200 000 ha sont annuellement défrichés et labourés sur les zones de parcours. Aujourd'hui, la superficie labourée peut être estimée à 3 millions d'ha.

C'est dans ce contexte que notre étude s'inscrit et ce dans le but d'évaluer l'impact de la culture des céréales sur l'évolution des superficies des parcours.

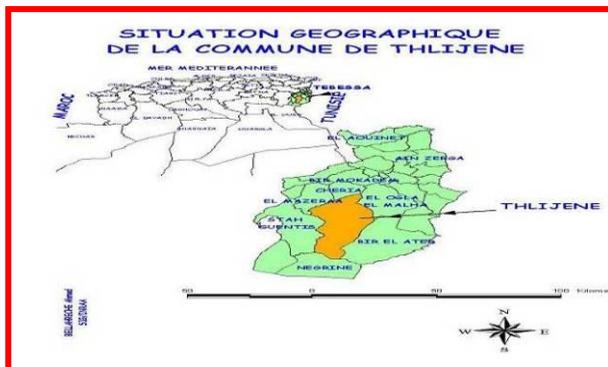
Présentation de la région d'étude

La zone d'étude (Thlidjène - Tébessa) est localisée à l'extrême Est du pays (Carte : 1). Elle est frontalière avec la République tunisienne.

La région est caractérisée par un climat semi-aride excessif, qui se traduit par une insuffisance de précipitations et des températures remarquablement élevées.

La moyenne annuelle des précipitations avoisine les 300 mm/an ; elle permet donc une mise en valeur céréalière à la limite du possible ; ce qui donne à cette agriculture un caractère de loterie.

Carte 1 : Place de la culture des céréales dans la zone d'étude



Une importante part de la SAU (Tableau : 1) est occupée par la céréaliculture, soit : 93 % de la superficie cultivée. Elle se localise aussi bien dans les zones privilégiées relativement favorables, qu'en d'autres endroits, à savoir : sols marginaux non aptes à cette mise en culture.

C'est généralement une agriculture en sec, où le facteur pluviométrique joue un rôle capital. A cela, s'ajoutent, sur de faibles superficies, les cultures fourragères, le maraîchage et l'arboriculture fruitière.

Malheureusement, nous ne disposons pas de données plus fiables concernant l'évolution des superficies céréalières. Par contre, les entretiens réalisés avec des personnes ressources révèlent une augmentation considérable des superficies céréalières.

Cela est sans doute dû au fait que depuis l'indépendance, les éleveurs et les ayants droits n'ont cessé de défricher le couvert végétal dans le but de s'approprier le territoire.

Tableau 1 : Répartition de la superficie agricole utile (SAU)

Spéculations	Superficie (ha)	%
Céréales	4190	93
Fourrages	150	3
Maraîchage	36	1
Jachères	30	1
Arboriculture fruitière	87	2
Total	4493	100

Source : HCDS 2003

L'élaboration des bilans fourragers de la région de Thlidjène a permis de mettre en évidence la relation étroite entre la culture des céréales et l'alimentation des animaux, notamment le cheptel ovin.

La région de Thlidjène compte plus de 94 000 têtes d'animaux, dont 91 % (HCDS, 2003) sont représentés par des ovins (Tableau : 2). La contribution des aliments, cultivés et achetés, dans la satisfaction des besoins alimentaires des effectifs d'animaux, est évaluée à 81 % dont 26 % proviennent des disponibilités locales.

Tableau 2 : Répartition du troupeau de la Commune

Espèces	Ovins	Caprins	Bovins	Asins/ Equins	Total
Nombre	86.800	8.000	90	38	94.928
%	91	8	0.5	0.5	100

Source : HCDS 2003

Cet indicateur, lié au changement de la conduite alimentaire, explique sans doute la tendance à l'extension des superficies céréalières sur les zones steppiques. Pour minimiser les risques d'une pénurie alimentaire, les éleveurs n'hésitent pas à recourir aux défrichements des parcours pour assurer une partie des besoins alimentaires des animaux.

Méthodologie de travail

La méthodologie adoptée est fondée sur la combinaison de plusieurs outils de l'approche participative notamment les cartes et les ISS (interviews semi-structurées : photos 1 et 2).



Photo 1 : ISS



Photo 2 : Cartes

L'utilisation des images satellites et de l'outil SIG a fortement contribué à identifier, d'une part : l'évolution et l'occupation des superficies céréalières et, d'autre part : de valider les informations liées à l'agriculture céréalières, collectées auprès de la population locale.

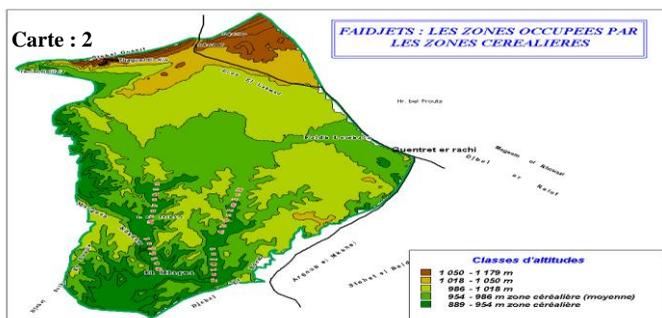
Résultats et discussions

Délimitation des zones céréalières

La contribution de la population locale a été sans doute, le principal facteur qui a permis la délimitation des zones céréalières exploitées par les différentes communautés de la zone de Lahmad.

Deux zones céréalières occupent le site d'étude (Carte : 2). Il s'agit de :

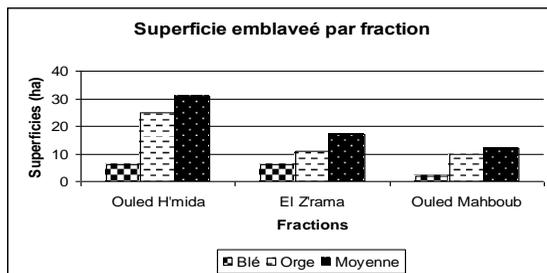
1. **Faydjate Abdelmalek** : cette superficie céréalière est exploitée exclusivement par les ayants droits, appartenant à la communauté des Ouled H'mida ;
2. **Faydjate Ouled Bouyahia** : cette zone céréalière est exploitée par les ayants droits, appartenant à deux communautés : Ouled Bouyahia et Ouled Amar.



La délimitation socio-territoriale et le traitement des données des enquêtes ont permis de constater une certaine domination en matière d'exploitation des terres de labours.

Les résultats obtenus dans la zone d'étude montrent en effet, que la plus importante superficie cultivée est sous le contrôle de la communauté des Ouled H'mida (Histogramme : 1).

Histogramme 1 : Les caractéristiques générales des pratiques agricoles céréalières. Superficies et types de cultures



Les résultats du tableau 3 illustrent, d'une part : la superficie totale labourée par enquêté et, d'autre part : la répartition des cultures pratiquées par les ayants droits.

Tableau 3 : Occupation du patrimoine foncier

Occupations	Blé	Orge	Jachère	Association (orge)	Donnée en location (blé)	Total
Superficie (ha)	6	18	4	4	1	33
Pourcentage	18	55	12	12	3	100

Source : Enquête INRAA 2004

L'analyse des données montre que 77 % de la superficie est occupée par la culture de l'orge. Ce taux indique bien l'importance de cette culture, dont la destination sert à couvrir les besoins alimentaires des animaux durant toute l'année. En ce qui concerne la culture du blé, 21 % de la superficie emblavée ont été couverts par cette spéculation.



La distribution de l'orge est systématique, et concerne tous les éleveurs enquêtés (Kanoun et *al.*, 2001). Néanmoins, une attention particulière est réservée aux brebis suitées pour lesquelles, les quantités distribuées augmentent durant cet état physiologique, car les ressources pastorales de la steppe ne sont plus en mesure d'assurer les besoins alimentaires des animaux, pendant toute l'année (Kanoun et *al.*, 2004).

En effet, cette céréale (orge) est utilisée sous plusieurs formes : grains, paille, chaumes et orge en vert. Cependant, durant nos enquêtes et pour couvrir les dépenses occasionnées par la location des moissonneuses-batteuses, certains éleveurs commercialisent une partie du blé.

Par contre, d'autres éleveurs adoptent des stratégies basées sur l'association et la location des terres (Tableau : 3).

Pour les agriculteurs absentéistes, la totalité de la production est commercialisée, et les résidus de cultures (chaumes), sont loués aux éleveurs durant la période estivale.

Classes et statuts des éleveurs

Lors du dépouillement des données, plusieurs classes ont été identifiées.

L'analyse de cette classification a permis de procéder à une répartition des éleveurs en fonction du patrimoine foncier cultivé.

En effet, 31 % des acteurs sont propriétaires d'une superficie oscillant entre : 11 et 20 hectares, : et 24 % possèdent plus de 51 hectares (Tableau : 4).

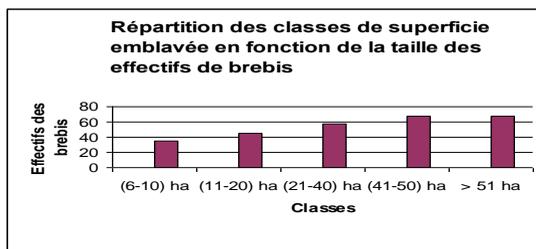
Tableau 4 : Répartition des éleveurs selon la taille du patrimoine foncier cultivé

Classes	6-10 ha	11-20 ha	21-40 ha	41-50 ha	> 51 ha
Pourcentage	16	31	19	10	24

Source : Enquête INRAA 2004

Par ailleurs, les résultats consignés dans l’histogramme 1, montrent que les superficies emblavées sont fonction de la taille des effectifs d’animaux exploités. La répartition des classes fait apparaître l’importance de la superficie emblavée par rapport à l’effectif de brebis possédé (Histogramme : 2).

Histogramme : 2



Rendements réalisés

La culture des céréales dépend étroitement de la pluviométrie de la campagne agricole.

Selon les déclarations des personnes ressources, les rendements peuvent être très élevés (40 qx/ha pour l’orge et 35 qx/ha pour le blé dur) quand les conditions climatiques sont favorables. Il est à signaler que ces rendements sont obtenus une fois tous les cinq ans. Concernant, la période durant laquelle cette recherche a été effectuée, les rendements obtenus par les différentes communautés sont faibles (Tableau : 5). Les cultures de l’orge et du blé ont atteint un rendement moyen de 7 à 11 qx/ha. Le rendement le plus élevé, soit 19 qx/ha, a été réalisé par la communauté des Z’rama. Sans doute, les parcelles emblavées par les Z’rama sont elles situées dans des zones favorables, où les crues d’épandages sont importantes.



Il est à signaler que ces rendements sont obtenus une fois tous les cinq ans. Concernant, la période durant laquelle cette recherche a été effectuée, les rendements obtenus par les différentes communautés sont faibles (Tableau : 5). Les cultures de l’orge et du blé ont atteint un rendement moyen de 7 à 11 qx/ha. Le rendement le plus élevé, soit 19 qx/ha, a été réalisé par la communauté des Z’rama. Sans doute, les parcelles emblavées par les Z’rama sont elles situées dans des zones favorables, où les crues d’épandages sont importantes.

Tableau 5 : Rendements des cultures de céréales

Spéculations	Blé	Orge	Paille/foin
Ouled H'mida	6	9	27
Z'rama	10	19	24
Ouled Mahboub	3	4	22
Rendement moyen quintaux/ha	7	11	24 *

Source : Enquête INRAA 2004 : 120 x 20 kg/100*

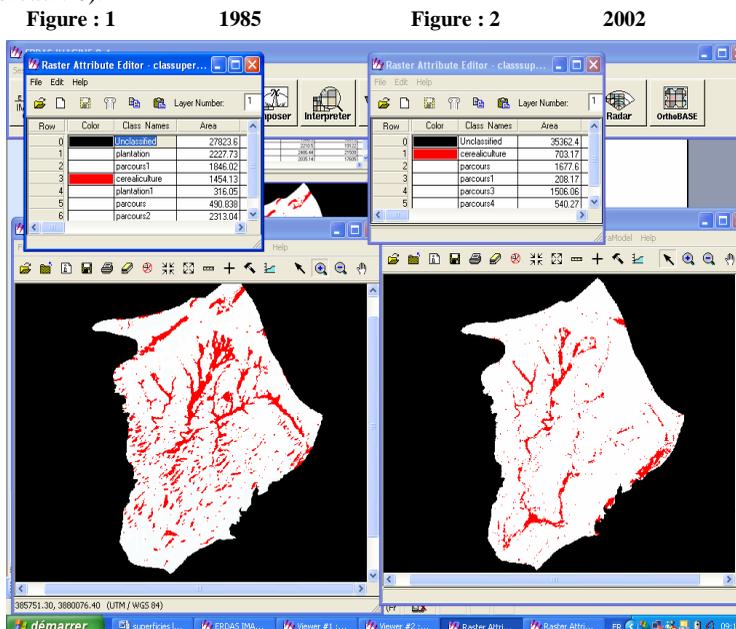
Evolution des superficies céréalières : augmentation des emblavures.

Le recours aux images satellites et à l’outil SIG a malheureusement mis en évidence la situation alarmante que connaissent actuellement les parcours steppiques au niveau du site de l’étude.

Les parcours connaissent en effet une dégradation intense, suite aux abus d’utilisation et de défrichement de la végétation naturelle. En Algérie, Le Houérou (1985) estime que le potentiel de production fourrager de la steppe se serait réduit de 75 % entre 1965 et 1975.

D’après Aidoud et al., (1991), la dégradation de cette dernière décennie s’est accompagnée d’une extension de l’ensablement, à cause des labours anarchiques.

Les résultats de notre recherche montrent une augmentation inquiétante des emblavures au niveau de la région de Lahmad (Thlidjène). Le traitement des deux images satellites (1985 et 2002 : Figures : 1 et 2) illustre bien l’accroissement des superficies céréalières (Tableau : 6).



La superficie labourée durant ces deux périodes a connu une augmentation de 1 067 ha, soit une croissance de 136 % (Tableau : 6). Cette tendance à l’extension des labours sur des terres réservées aux parcours, constitue aujourd’hui une menace grave, qui rend l’élevage pastoral ovin vulnérable et fragile.

Tableau 6 : Evolution des superficies labourées sur des terres de parcours

Années	1985	2003	Différence	Taux de croissance (%)
Superficies (ha)	783	1850	1067	136

Source : Enquête INRAA 2004

Conséquences de l'augmentation des superficies céréalnières : *érosion et dégradation des ressources phytogénétiques*

Les problèmes liés à l'augmentation des labours sur des terres de parcours sont semblables et marqués à la fois par une dégradation des ressources naturelles et une augmentation des risques d'érosion des sols dans tous les pays du Maghreb (Bouju, 2000 ; Abdelgherfi et al., 2000 ; Hammoudi et al., 1993).

Dans le cas de notre étude, la réduction de la végétation pérenne et l'absence de maîtrise des techniques culturales ont favorisé les problèmes d'érosion et menacent par conséquent les ressources en sol de la région. Les photos 3 et 4, illustrent en effet les dégâts occasionnés par la pratique de la céréaliculture sur des zones impropres à cette agriculture, car le labour éradique définitivement les plantes pérennes. D'où sa gravité.



Photo 3 : érosion hydrique



Photo 4 : disparition de la végétation naturelle

Selon Bedrani (1996), la technique de labour généralement mise en oeuvre par les agro-pasteurs est une technique particulièrement érosive. Elle consiste à recouvrir les semences jetées sur le sol non préparé par le passage d'une déchaumeuse qui pulvérise l'horizon superficiel et expose les terres labourées à l'érosion hydrique et éolienne.

Discussions

Il est hors de doute que la culture en sec (sans précautions particulières et sans techniques nouvelles de culture) des terres steppiques, soit un facteur de dégradation des ressources naturelles et une menace pour le patrimoine phytogénétique pastoral, beaucoup plus important, parce que plus irréversible, que le surpâturage.

Selon MARA (1974), le surpâturage, s'il est arrêté à temps, n'empêche pas la reprise des plantes pérennes, alors que les dégâts occasionnés par le défrichage sont irréversibles.

Le constat dressé au niveau de la zone d'étude est très préoccupant.

La sole céréalière ne cesse d'augmenter, particulièrement ces deux dernières décennies. Le déséquilibre écologique provoqué par la disparition des ressources phytogénétiques¹ est grave pour l'économie pastorale.

En se basant sur les déclarations des personnes ressources et sur l'analyse des enquêtes, les facteurs à l'origine de cette augmentation des superficies céréalières sont relatifs :

1. à l'introduction des outils mécaniques, en l'occurrence les tracteurs et les charrues. L'acquisition facile et sans conditions de ces outils de travail, a permis aux agropasteurs de défricher des zones jadis inaccessibles ;
2. à la levée de l'indivision, engendrée par la croissance démographique dans les zones steppique. Le partage des terres labourées entre les membres de la famille a considérablement diminué les quantités récoltées par usager. Pour compenser cette perte, les membres de la famille n'ont pas d'autres alternatives que de défricher des pâturages naturels ;
3. aux politiques agricoles et à la mise en valeur permise aux populations locales. En effet, ces actions de développement ont aussi une part non négligeable dans l'augmentation des superficies céréalières au profit des parcours. Les bénéficiaires n'hésitent pas à augmenter leur superficie agricole utile pour bénéficier des aides accordés par les pouvoirs publics, car les subventions sont fonction de la SAU ;
4. aux comportements des éleveurs face aux risques climatiques. La recherche de la sécurité alimentaire, suite aux sécheresses successives, afin de réduire les risques climatiques, les agropasteurs détenteurs de gros troupeaux adoptent des stratégies basées sur une alimentation à base de produits et de sous-produits céréaliers (orge en grain, paille, chaumes et orge en vert). Pour cela, la mise en culture des parcours est l'une des options anti-risques. Grâce à leurs tracteurs puissants, des superficies très importantes sont labourées, occasionnant la disparition de la végétation naturelle (Photo : 5) et le rétrécissement de plus en plus prononcé des parcours ;
5. à la passivité des autorités locales. Malgré l'existence d'une circulaire ministérielle interdisant les labours sur les zones steppiques, les autorités locales continuent à délivrer des autorisations de labours et ce, sans aucune informations sur la zone à emblaver ;
6. aux incitations accordées par les pouvoirs publics en matière de prix à la production des produits de céréales, notamment les blés. Ce facteur a malheureusement contribué à l'accroissement des superficies céréalières et aux défrichements des parcours.

¹ L'alfa a complètement disparu des parcours de Lahmad. Le défrichement et la surexploitation sont les principaux facteurs de la disparition de cette espèce fourragère pastorale.

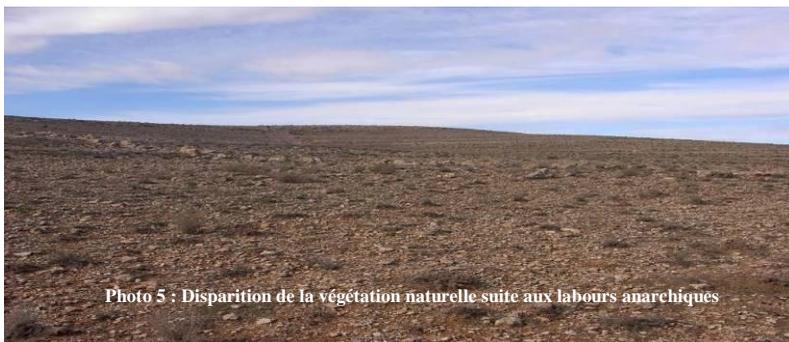


Photo 5 : Disparition de la végétation naturelle suite aux labours anarchiques

Conclusion

Bien que ce travail ait pu évaluer l'évolution de la superficie céréalière d'une part et identifier les principaux facteurs de cette dynamique régressive d'autre part, le problème relatif à cette agriculture en milieu steppique reste très complexe.

Ce problème est en fait lié à l'hétérogénéité des usagers car les éleveurs ne sont pas les seuls à s'adonner à ce type d'activité. L'appartenance à la communauté donne tous les droits sur l'espace et par conséquent de s'approprier les parcours labourés, afin de préserver la domination sur le territoire exploité (parcours et labours).

Enfin, il ne faut pas omettre de signaler que l'absence d'emplois au niveau régional et l'augmentation de la pauvreté dans la région, poussent les plus démunis à pratiquer cette agriculture céréalière dans le but de se procurer des revenus pour pouvoir répondre aux besoins de leurs familles.

Donc, la solution à ce problème, nécessite davantage de rechercher en milieu réel où la participation de tous les acteurs (autorités, pouvoirs publics, population locale...) est incontournable, pour identifier des pistes de cette crise qui a perturbé l'économie agropastorale locale.

Références bibliographiques

Abdelguerfi A et Abdelguerfi - Berrekia R., 1986 : Réflexion sur les possibilités de multiplication de quelques espèces fourragères dans les zones arides et semi-arides. Sém. Inter. Stratégie générale d'aménagement et de développement de la steppe et des zones arides. Tébessa, 26-30 Avril 1986. pp.75-79.

Abdelguerfi A. et Laouar M., 2000 : Conséquences des changements sur les ressources génétiques du Maghreb. 5^{ème} Séminaire international du réseau parcours. Option Méditerranéennes, Sém. A, n° 39, 2000. El Jadida (Maroc), 16 au 18 avril 1998. pp.77-87.

Aidoud A. et Aidoud-Lounis F., 1991 : Evaluation et régression des ressources végétales steppiques des hautes plaines algériennes, 4^{ème} CITP, Montpellier (France) 22-26/04/1991. Tome 1. pp. 307-309.

Bedrani S., 1995 : Une stratégie pour le développement des parcours en zones arides et semi-arides. Document de la banque mondiale, août 1995.

Bedrani S., 1996 : Foncier et gestion des ressources naturelles en Afrique du Nord : Le cas de l'Algérie. Document de travail INA El Harrach. Alger, Mars 1996. p. 33.

Bouju S., 2000 : Evolution des systèmes d'élevage de part et d'autre de la Méditerranée : une difficile conciliation avec des objectifs de développement durable. Quelques réflexions à partir de deux études de cas en France et en Tunisie. 5^{ème} Séminaire international du réseau parcours. Option Méditerranéennes, Sém. A, n° 39, 2000. El Jadida (Maroc), 16 au 18 avril 1998. pp. 145-158.

Chatterton B., 1986 : Option pour le développement des pâturages de la steppe par l'utilisation du Medicago Annuel. Sém, Inter. Stratégie générale d'aménagement et de développement de la steppe et des zones arides. Tébessa, 26-30 Avril 1986. pp. 80-94.

Côte M., 1986 : Steppe et aménagement. Cas du pays Tébessi. Sém, Inter. Stratégie générale d'aménagement et de développement de la steppe et des zones arides. Tébessa, 26-30 Avril 1986. pp.132-139.

Hammoudi M., El Asraoui M. et Ait Mbirik A., 1993 : Expérience d'amélioration pastorale en zone steppique du Sud Marocain. Stratégie de mise en valeur du développement pastoral. Num, Spécial, Parcours Demain, Avril 1993, 14-18 Septembre 1993. pp. 71-85.

HCDS, 2003 : Perspectives de développement. Cas de la commune de Thlidjène. 15 p.

Kanoun M., Kanoun A., 2001 : Gestion et modes d'utilisation de l'espace pastoral chez la tribu de Rahman El Ghraba, commune de Ain Ouassera, Djelfa. Projet SDC « Gestion durable des ressources agropastorales ». Compte rendu de l'atelier régional Oujda (Maroc) 20-22 février 2001, pp. 167-185.

Kanoun M., Kanoun A., 2001 : Contribution à la connaissance de l'impact de la culture des céréales en milieu steppique. Cas de la région de Djelfa. Sém, Nat. La problématique de l'agriculture des zones arides et de la reconversion, Sidi Bel Abbes, Algérie, 22-24 Janvier 2001. pp. 306-314.

Kanoun M. et Kanoun-Meguellati A., 2004 : Transformation des systèmes d'élevage ovin en milieu steppique : cas de la région de Djelfa, Algérie. 11^{ème} Rencontre recherche ruminant. Paris, les 8-9 décembre 2004. pp. 232.

Le Houérou, 1985 : La régénération des steppe algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation, Alger, Ministère de l'Agriculture.

MARA, 1974 : La steppe Algérienne. Statistique Agricole, Avril 1974, n° 14. p. 383.

**LE GHOUT, UN SYSTEME DE CULTURE INGENIEUX :
EXEMPLE D'AMENAGEMENT DURABLE
EN MILIEU DESERTIQUE ARIDE**

Belguedj M.¹, Salhi A.²

¹ *Attaché de recherche, INRAA, Biskra*

² *Chargée d'études, INRAA, Biskra*

RESUME

Le Grand Erg oriental, 36 000 km² est un milieu dont la structure correspond à celle des écosystèmes désertiques arides, avec une répartition des espèces végétales et animales peu diversifiées sur les plans horizontal et vertical.

Les précipitations moyennes annuelles sont de : 70 mm. La vie, dans ces espaces hostiles, n'a été possible que grâce à l'ingéniosité des hommes à exploiter une ressource en eau rarissime, des sols très pauvres et des températures estivales élevées.

Les aménagements actuels des plantations de dattiers (*Ghout*) témoignent d'un savoir et d'un savoir-faire acquis depuis des siècles, et qui fonctionnent toujours.

Ces systèmes de cultures sont aujourd'hui menacés par différents facteurs : érosion génétique, forces du marché et, plus récemment, remontée des eaux.

Les pouvoirs publics et les organismes internationaux doivent soutenir les communautés oasiennes pour la sauvegarde et le développement de ces systèmes ingénieux multiséculaires.

Mots clés : *Ghout - Systèmes ingénieux – Aménagement – Menace – Sauvegarde.*

LES EFFETS DES EAUX SAHARIENNES SUR LES PLANTES CULTIVEES

Dubost D., Lakhdari F.

RESUME

La teneur en sels des eaux d'irrigation dans les oasis est le plus souvent très élevée au regard des normes internationales.

Pour l'essentiel il s'agit de carbonates, de chlorures et de sulfates de calcium, de magnésium et de sodium.

Les effets des différents ions sur la physiologie des plantes cultivées sont analysés et discutés.

Les stratégies d'adaptation aux sels sont présentées avec une attention particulière pour la nutrition azotée.

Les conséquences qu'on peut en tirer ont une importance directe sur le rendement des cultures.

On rappelle l'importance du drainage et du lessivage dans les périmètres hydroagricoles sahariens.

Mots clés : *Salinité, Eau, Nutrition minérale.*

Dans un contexte de développement des surfaces irriguées au Sahara, il est nécessaire d'apporter la plus grande attention aux effets de la salinité des eaux d'irrigation sur la physiologie des plantes et sur la salinisation des sols. Chacun sait que l'irrigation en zone aride nécessite des quantités d'eau importantes. Pour une plante pérenne, comme le palmier dattier, on apporte communément 18 000 m³ d'eau à l'hectare pour une année, dont la moitié pendant les trois mois de la saison chaude. Avec une eau qui contient 2 g de sels divers par litre, c'est-à-dire 2kg/m³, c'est en réalité 36 tonnes par hectare et par an qui se trouvent pour une très faible partie absorbés par la culture, pour une autre accumulés dans les différents horizons du sol et pour une dernière enfin, lessivés et entraînés par les eaux de drainage (voir à ce sujet Djili et *al.*, 1).

Dans les régions désertiques ou arides, les plantes irriguées sont donc confrontées aux concentrations salines élevées de l'eau du sol, qui atteignent bien souvent, les limites de saturation en cations et en anions. Bien entendu les plantes bénéficient d'une certaine autonomie vis-à-vis de ces solutions minérales et ne laissent pénétrer dans leurs tissus que les minéraux utiles à leur développement. Cependant, les concentrations salines élevées, augmentent la pression osmotique de la solution de sol, limitant ainsi l'alimentation en eau, en produisant un effet sécheresse. En outre, dans deux cas au moins, les plantes vont subir un stress dans leur alimentation minérale. En cas de carence, c'est-à-dire d'insuffisance de tel ou tel élément, qui va bloquer la synthèse des métabolites indispensables, ou bien, en cas d'excès, va perturber l'absorption d'un de ces éléments par un processus d'intoxication.

La chimie des eaux d'irrigation mérite donc d'être prise en considération pour mener à bien les processus d'irrigation et de fertilisation, qui sont des facteurs essentiels de la production végétale (Daoud et Halitim, 2). L'apport d'engrais dans de telles conditions prend une signification particulière, soit en suppléant aux carences, soit en évitant d'aggraver les excès. On comprend qu'un apport minéral de fertilisation peut venir, soit renforcer une toxicité, soit plus simplement, ajouter inutilement à l'insolubilité et à l'encroûtement des horizons du sol.

On imagine mal, comme nous allons le voir en détail, apporter des ions Ca^{++} ou Mg^{++} dans des sols qui en contiennent déjà par excès.

Ce phénomène peut, dans le cas d'une irrigation classique par submersion, se trouver amorti au plan physiologique par l'effet de stockage et de redistribution du sol. La capacité de fixation minérale des sols cultivés par les argiles et les acides humiques joue un rôle régulateur qui justifie toutes les attentions qu'on peut porter à l'équilibre du sol. Le problème est plus aigu quand on utilise les procédés d'irrigation localisés qui se répandent à juste titre. Les plantes sont alors au contact direct de l'eau distribuée.

Le sol ne joue plus son rôle tampon, puisqu'une très faible quantité de substrat se trouve humidifiée. On tend dans ces conditions vers une culture sans sol. Les résultats agronomiques dépendent complètement de la qualité chimique de l'eau qui doit se rapprocher de la composition des solutions salines couramment utilisées en laboratoire et considérées comme optimales pour la croissance des végétaux.

Dans cette communication, nous nous proposons d'analyser, à partir de la composition chimique des eaux souterraines sahariennes utilisées pour l'irrigation, l'impact que peuvent avoir les cations (K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , Na^+) et les anions (NO_3^- , PO_4^{---} , SO_4^{--} , Cl^-) sur la croissance des végétaux cultivés (Lakhdari F., 4) et les conséquences qu'on doit en tirer dans les processus d'irrigation, de fertilisation et de drainage. Nous voulons également attirer l'attention des agronomes sur la nécessaire utilisation de l'irrigation fertilisante (Daoud et Halitim, 5) dans les installations de goutte à goutte, termes sous lesquels sont le plus souvent désignés les procédés d'irrigation localisée.

La salinité extrême des eaux sahariennes

Dans le domaine de la concentration saline, les eaux sahariennes battent des records, surtout dans la cuvette du Bas Sahara et des grands chotts algéro-tunisiens.

Les eaux contenant moins de 0,5 g de sels totaux peuvent être considérées comme exceptionnelles et celles de moins de 1 g parfaites pour la consommation humaine. Jusqu'à 2 g, ce sont des eaux de qualité excellente pour l'irrigation. Entre 2 et 5 g, il s'agit d'eaux salées et au dessus de 5 g, on peut dire qu'elles sont très salées. Au-delà de 8 g, elles ne sont plus guère utilisables que pour des usages temporaires ou particuliers, avec des précautions spéciales.

La minéralisation des eaux du Continental Intercalaire évolue de manière continue, en croissant des zones d'alimentation, vers les exutoires. Dans la partie occidentale, elle est de 0,5 à 1 g/l sous le Grand Erg Occidental, et elle augmente vers l'est et le sud jusqu'à 1,5-2 g/l dans la zone des foggaras. Elle atteint même parfois 5 g dans le Tidikelt. Dans la région orientale, elle croît également des bordures sud (Tinrhert) et ouest (Ouargla) vers les chotts, passant ainsi de 1,5-2g /l à 5g/l.

Le même phénomène s'observe avec le Complexe Terminal, malgré une hétérogénéité verticale beaucoup plus importante.

Les nappes du Mio-Pliocène et celles, sous-jacentes du Sénonien et de l'Eocène ont des évolutions parallèles, dues à des intercommunications fréquentes. La salinité augmente du sud vers le nord, et elle est maximale dans les régions de Ouargla, de l'Oued Righ et des chotts.

On trouve ainsi des eaux à moins de 2 g/l dans les zones d'alimentation du Grand Erg Oriental et entre Ghardaïa et Ouargla.

Au nord d'Hassi Messaoud et du Grand Erg jusqu'à Tozeur, les eaux sont plus chargées et renferment entre 2 et 5 g/l.

Enfin dans les zones d'exutoire, vers Hassi Messaoud, à Ouargla, et dans le secteur ouest de l'Oued Righ, on trouve des eaux titrant 6-8 g/l de sels totaux (voir tableau I).

La salinité totale exprimée en milligrammes par litre, comme nous venons de le faire, n'est guère utilisée dans la pratique par les agronomes, bien que ce soit un paramètre immédiatement compréhensible et parfaitement imagé.

Les techniciens trouvent plus commode et rapide de mesurer la salinité de l'eau par sa conductivité électrique.

La conductivité est l'inverse de la résistance dont les unités sont des ohms ; elle est donc mesurée en mhos (appelés encore siemens), en millimhos (1/1000 de mhos), ou en micromhos (1/10⁶ mhos).

Elle est d'autant plus élevée que la teneur en sels dissous est forte ; mais elle varie en fonction de la température. C'est la raison pour laquelle les conductivités sont exprimées pour les eaux d'irrigation en millimhos, ou plus souvent en micromhos à 25° C (CE 25°).

Il n'est pas toujours facile de convertir la conductivité en grammes/litre de sels totaux.

Il existe cependant une relation simple entre conductivité et teneur en ions (cette dernière a l'avantage de préciser la nature des sels en solution) exprimée en équivalents, ou en milliéquivalents.

L'équivalent est le rapport de la masse molaire (Na Cl = 23 + 35 = 58 g) et de la valence qui est dans cet exemple = 1.

Un milliéquivalent de Na Cl = 0,058 g.

Une eau qui contient 5,8 g de Na Cl par litre, contient 100 milliéquivalents et sa conductivité CE 25° est égale à : c x 100, c étant la teneur en milliéquivalents par litre, soit 10 000 micromhos.

$$CE\ 25^\circ\ \text{micromhos} = c\ \text{en\ milliéquivalents} \times 100$$

Mais cette relation n'est exacte que pour des solutions diluées d'électrolytes forts et elle devient rapidement approchée, puis fautive, quand les concentrations augmentent.

Pour notre part nous utilisons souvent la relation : Teneur en sels (g/litre) = CE 25° en millimhos x 0,6 ; soit : 6 g, dans l'exemple choisi.

Ce qui donne des valeurs très approchées mais commodes.

Il est bien préférable de toute façon de travailler avec des conductivités (CE 25°) qui sont toujours comparables entre elles.

Nous donnons dans le tableau I, un éventail de mesures indiquant ce qu'un agronome peut s'attendre à trouver dans les sèguias des oasis.

Tableau I - Exemples de salinité des eaux souterraines

(Les résultats d'analyse sont donnés en mg/litre)

Origine	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	Cl ⁻	SO4 ⁻⁻	CO3 ⁻	CE25 (µmhos)	extrait.sec
1- forages artésiens du Bas Sahara								
OUARGLA	195	71	250	415	600	89		1691
OUARGLA (El Hadeb)	160	88	212	411	497	78		1565
OUARGLA (Hassi Ben Abdallah)	281	110	367	654	883	71		2465
ZELFANA	157	50	336	491	488	76	2500	
TAMELHAT	210	90	242				2690	
SIDI MAHDI	280	50	510	827	350		3500	
HASSI MESSAOUD	390	59	339	622	934	65		2526
EL GOLEA	35	traces	47	19	34	78		192
2- foggaras								
ADRAR	299	147	747	904	1210	120	5180	
AOULEF	152	50	337	484	452	76	2350	
TIMIMOUN	60	26	136	168	138	72	420	
3- Complexe terminal								
OUARGLA	235	86	480	688	902	60	2470	
MEKHADMAS	131	241	469	745	810	64	2677	
EL ARFIANE	627	283	1139	1945	2269	71		9930
EL OUED (puits)	646	87	196	319	1796	50		4770
EL GOUG	400	150	550	1000	1200	70	3500	
TEMACINE	530	230	500	1000	1870	55	4500	
TOUGGOURT	500	180	750	1400	1500	660	4800	
GHAMRA	800	340	1360	2600	2500	70	8200	
AIN BENOUI	226	107	656	822	922	177	2940	
4- Eaux de surface								
O. DJEDI (à Ouled Djellal)								795
O. M'ZI								5560
FOUM EL GERZA (barrage)								3570
ZIBAN (puits)							12160	

Source : Dubost (5)

L'action des sels en solution sur les sols

Les eaux d'irrigation ont une action néfaste sur les sols qu'elles enrichissent en sels, qui précipitent et finissent par constituer des croûtes. Elles agissent aussi sur le complexe absorbant par leur teneur en Na^+ qui peuvent remplacer les Ca^{++} et provoquer la dispersion des colloïdes. Un sol qui contient du sodium absorbé à un taux dépassant 15 à 20 % de sa capacité d'échange, devient défavorable aux cultures par gonflement et imperméabilisation des colloïdes argileux et humiques.

Les sols sont en effet soumis à des réactions d'échange en équilibre entre les ions en solution dans l'eau d'irrigation et les ions du complexe absorbant, qui peuvent se schématiser ainsi :



Les ions bivalents (Ca^{++} , Mg^{++}) sont d'autant plus énergiquement fixés sur le complexe argilo-humique (AH), que la solution de sol est diluée. Au contraire, les ions monovalents (Na^+ , K^+ , NH_4^+) sont d'autant plus fixés par AH que la solution est concentrée.

Pour prévoir les effets possibles d'une irrigation qui dilue la solution de sol avec une eau donnée, il faut pouvoir apprécier la quantité d'ions Na^+ que le sol est susceptible de fixer.

Ce taux prévisible de sodium fixé encore appelé TAS (taux d'absorption de sodium) ou plus souvent SAR (*sodium absorption ratio*) dépend de l'expression :

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}}$$

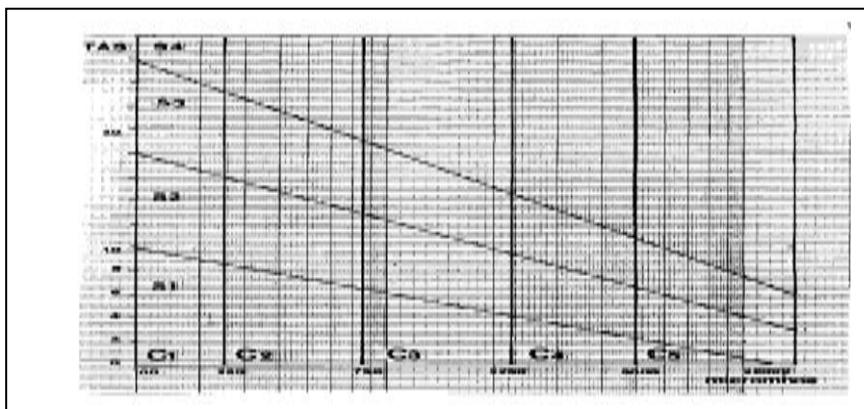
Les valeurs du SAR pour les eaux du Continental Intercalaire évoluent dans le même sens que la minéralisation totale. Elles sont comprises entre 2 et 4 dans le bassin occidental, et s'élèvent entre 8 et 15 au Tidikelt et dans la cuvette du Bas Sahara. Elles sont en général plus élevées pour les eaux du Complexe terminal, en moyenne de 5-6, mais atteignent 8-9 à Hassi Messaoud et dans l'Oued Righ, voire 10 vers Tozeur.

Pour Durand (6), le SAR est insuffisant pour qualifier les potentialités des eaux d'irrigation, et on doit tenir compte non seulement de la proportion respective des ions, mais aussi de leur concentration ou si on veut, de la CE25. Il propose un diagramme que nous reproduisons (fig. 1) inspiré de celui de l'école américaine de Riverside, et adapté à la salinité exceptionnelle des eaux sahariennes.

La conductivité permet de distinguer 5 classes d'eaux de C1 à C5, tandis que le SAR les divise en quatre sous classes de S1 à S4.

Inutile de préciser que les eaux de la classe 1 ne sont pas du domaine saharien et que ce qu'on trouve de mieux appartient à la classe 2, avec une CE25 comprise entre 250 et 750 micromhos. On les trouve dans l'inféoflux de certains oueds (en amont des palmeraies, ainsi à Ghardaïa nous avons mesuré 500 micromhos dans les premiers puits de La Dirah), dans les gueltas du Hoggar ou du Tassili, les sources de Djanet, certains forages de El Goléa, à Béni Abbès (nappe de l'Erg), une foggara de Timimoun. En règle générale ces eaux exceptionnelles se trouvent dans le Bassin Occidental ou dans l'Ahaggar. Elles appartiennent également à la sous classe S1 et sont utilisables pour l'irrigation en toutes circonstances. Elles permettent évidemment des productions rares au Sahara : haricots verts, fraises, avocatiers.

Figure 1- Qualité des eaux d'irrigation en fonction de la CE 25° C et du SAR des sols



(D'après Durand, 6)

Les eaux d'irrigation sont rangées en 5 catégories en fonction de leur conductivité à 25° C (et donc de leur salinité) allant de 100 micromhos à 20 000 micromhos. On a dû ajouter la classe C5 à la classification américaine pour tenir compte des eaux sahariennes très salines, qui sont à peu près toutes : C3, C4 ou C5.

Les sols sont classés de S1 à S4, en fonction de leur TAS (taux d'absorption du sodium). Plus les eaux sont salées, plus les TAS doivent être faibles, pour éviter les risques d'alcalinisation. Au Sahara où les sols sont sableux et les eaux riches en Ca^{++} et Mg^{++} ; ces risques sont faibles ; les TAS sont généralement de l'ordre de 5 (groupes S1 et S2).

La plupart des eaux d'irrigation sont malheureusement moins bonnes. Elles ont une conductivité comprise entre 750 et 5 000 micromhos, et elles sont à ranger dans les classes 3 et 4. Elles contiennent entre 1 et 5 g d'extrait sec. Elles appartiennent bien souvent aussi aux sous classes S2 et S3. Fort heureusement les sols sahariens sont généralement à dominante sableuse et les dangers d'alcalinisation sont faibles.

Malgré cela le drainage naturel ou artificiel est obligatoire, et on doit apporter régulièrement des doses de lessivage pour maintenir la composition saline de la solution de sol proche de celle de l'eau d'irrigation.

L'action de la pression osmotique sur les plantes

On sait que l'eau pénètre et se diffuse dans les plantes par l'effet d'un gradient de potentiel hydrique, qui établit une continuité entre le potentiel hydrique du sol et celui de l'atmosphère. Ce gradient est à l'origine du mécanisme de la transpiration, fonction vitale pour les végétaux.

Le potentiel hydrique d'un système correspond à l'énergie qu'il faut lui appliquer pour libérer 1 gramme d'eau ; on peut l'exprimer en unités de pression, par exemple : en bars (1 bar = 10^5 pascals = 0,99 atmosphères).

Ce potentiel est négatif quand l'eau est liée, il est positif quand elle est sous pression.

Avec un sol sablo-limoneux qui renferme 15 % d'humidité le potentiel hydrique est de l'ordre de -1 bar, alors que celui des racines est d'environ -3 bars, -4 à -8 bars dans les tiges, et de -8 à -12 dans les feuilles. L'air développe des potentiels fortement négatifs en liaison avec son humidité relative. Pour 68 % d'humidité le potentiel est de -500 bars ! La présence de Na Cl, très soluble dans l'eau de la solution de sol, a pour effet d'augmenter la pression osmotique de cette solution. Pour 10 grammes de Cl Na par litre, la pression osmotique augmente de 7 bars environ.

Pour se maintenir dans de telles conditions, les plantes doivent pouvoir développer des potentiels hydriques encore plus négatifs ; elles ont recours au phénomène d'épictèse, qui leur permet, grâce à un apport d'énergie de leur métabolisme, de faire fonctionner des pompes à Na^+ et K^+ .

Elles peuvent aussi synthétiser des composés organiques (proline et glycine bêtaïne) à des concentrations très élevées et non toxiques. Les stratégies d'adaptation aux milieux salés des glycopytes et des halophytes sont variées.

Le tableau 2 donne une classification des plantes cultivées en fonction de leur tolérance au potentiel hydrique des sols, bien souvent estimée en fonction du potentiel hydrique des différents tissus de la plante. La plupart des *plantes cultivées* n'atteignent pas des potentiels inférieurs à -16, ou -20 bars ; cette limite étant considérée comme le point de flétrissement permanent.

En revanche beaucoup de plantes adaptées au milieu désertique, peuvent exercer des forces de succion plus élevées de l'ordre de 20 à 40 bars ; les palmiers peuvent atteindre 70 bars, et les cactées succulentes jusqu'à 100 bars, tandis que les halophytes, inféodées aux milieux salés, vont jusqu'à 200 bars !

Autrement dit, quand la solution des sols cultivés atteint des pressions osmotiques supérieures à 20 bars, les qualités agronomiques de ces sols sont nettement restreintes même quand ils sont suffisamment humides.

Le potentiel hydrique des sols salés

Les sols jouent un rôle d'éponge pour l'eau, en la retenant par différentes forces. Les forces capillaires forment avec l'eau des ménisques entre les particules solides et remplissent les pores de quelques micromètres de diamètre ou plus. Les forces d'absorption sont à l'origine des pellicules d'eau qui adhèrent à la surface des particules en question.

Outre ces forces de tension superficielle, la fraction colloïdale argilo-humique exerce sur l'eau une attraction électrostatique, et enfin les sels en solution vont accroître la pression osmotique de la solution de sol.

On voit que la capacité de rétention d'un sol dépend étroitement et pour une grande part, de la taille des particules. Elle va être d'autant plus faible que la granulométrie du sol est grossière. Elle est faible pour un sol sableux et maximale pour un sol argileux. On l'exprime habituellement par son potentiel capillaire ou matriciel exprimé par le pF (logarithme décimal de la force de succion exprimée en centimètres de hauteur d'eau)

Le rôle des différents sels dans la vie des plantes

On sait que les plantes sont constituées de substances organiques (glucides, lipides, protides à base de carbone 40-50 %, hydrogène 42-45 %, oxygène 6-7 %), qui représentent plus de 90 % de leur poids sec.

Les substances minérales sont habituellement classées en macro éléments (l'azote N 1-3 %, le phosphore P 0,1-0,5 %, le soufre S 0,1-0,6 %, le potassium K 2-4 %, le calcium Ca 1-2 %, le magnésium Mg 0,1-0,7 %) et en oligo éléments. Ces derniers sont présents en très petites quantités (quelques dizaines de ppm, parties par million de matière sèche) ; ce sont : le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre, le bore, pour les plus importants, mais l'aluminium, le nickel, le cobalt, le molybdène, l'iode, le brome et le fluor sont également décelables dans toutes les plantes, bien qu'en plus petites quantités encore.

Parmi les macro éléments, trois sont des constituants cellulaires de base : l'azote indispensable à la synthèse des protéines, le phosphore constituant des acides nucléiques et transporteur d'énergie, le soufre élément essentiel des acides aminés soufrés. Les trois autres ont des rôles multiples mais fondamentaux, le potassium est responsable des équilibres osmotiques, le magnésium est l'atome central de la molécule de chlorophylle, le calcium participe à la rigidité des tissus et à la régulation du pH.

Les oligo-éléments sont des co-enzymes et jouent le rôle de catalyseurs dans les réactions biochimiques ; ce qui explique leur faible concentration dans la plante. Toutes ces substances sont donc indispensables à la croissance des plantes cultivées qui les trouvent en solution dans l'eau du sol.

En culture intensive, il faut bien sûr remplacer les éléments consommés par des apports d'engrais. En culture hydroponique (sans sol), il faut les apporter dans la solution nutritive à des doses convenables, respectant la solubilité des sels et le pH (Coic et Lesaint, 10)(voir tableau 2).

Tableau 2 - Solutions nutritives les plus courantes

(D'après Heller, 7)

Sels en mg/l	KNOP	COIC	HELLER	WHITE
KNO ₃	250	384		81
K ₂ HPO ₄		52		
KH ₂ PO ₄	250	109		
KCl			752,5	67
NaH ₂ PO ₄ , H ₂ O			124	16
NaN ₂ O ₂		17	603	
Na ₂ SO ₄				199
NaCl		12		
NH ₄ NO ₃		160		
Ca (NO ₃) 24H ₂ O	1000	731	283	
CaCl ₂ , 2H ₂ O				73,5
MgSO ₄ , 7 H ₂ O	250	184,5	246	738

Les nitrates et les phosphates, qui sont de toute première importance, ne sont présents qu'à l'état de traces, sauf dans certaines eaux superficielles. Il faut donc s'attendre à des carences pour ces deux éléments, si on ne corrige pas par une fertilisation raisonnée.

Dans les eaux du CT (El Arfiane), on en trouve cependant une certaine quantité, qui compte tenu des doses d'irrigation nécessaires assure la quasi-totalité des besoins des plantations de dattiers (Tableau 3).

Tableau 3 – Apports d'éléments nutritifs par les eaux d'irrigation d'El Arfiane (Irrigation de 20 000 m³/an).

NO2/NO3-	2,9 mg/l	soit par an 58 kg
NH3+	12,5 mg/l	soit par an 250kg
P2O5-	26 mg/l	soit par an 520kg
K+	42,4 mg/l	soit par an 848kg

Source : Durand et Guyot (8).

Mais en règle générale, ces apports sont insuffisants et on doit fournir ces éléments sous forme d'engrais aux cultures. C'est la raison qui explique la réponse positive des cultures aux apports d'engrais azotés et phosphorés. La solubilité des nitrates et de l'ion ammonium recommande que les apports soient limités mais fréquents pour éviter les pertes par lessivage. Les phosphates sont le plus souvent apportés par du superphosphates à 45 % de P₂O₅ qui contiennent beaucoup de Ca⁺⁺ et d'oligoéléments, suivant les origines et les techniques de fabrication. Leur solubilité et leur dynamique dans les sols sahariens, mériteraient d'être étudiés plus complètement (Masmoudi A. 9).

Les eaux sahariennes ne présentent pas de toxicité directe pour les végétaux en dehors d'une minéralisation globale trop importante (Lakhdari F., 4).

Elles conviennent spécialement aux végétaux halophiles, ou tolérant une certaine salinité. Les sels qui sont en solution dans les eaux sahariennes sont pour l'essentiel du chlorure de sodium et de potassium (NaCl et KCl), du sulfate de magnésium ($MgSO_4$) et de calcium ($CaSO_4$) et du carbonate de calcium ($CaCO_3$) ; mais ce dernier est très peu soluble. Cette énumération d'ailleurs est surtout destinée à fixer les idées puisqu'en réalité ce sont des substances en solution, à l'état ionique, c'est-à-dire constituées de cations et d'anions dissociés chargés électriquement.

Parmi les cations, Na^+ est nettement dominant, constituant en général 50 % du total. Parmi les anions les chlorures Cl^- et les sulfates SO_4^{--} sont les plus abondants. Le chlore et le sodium sont les moins utiles aux plantes. Les ions sodium sont, la plupart du temps, tout à fait inutiles ; mais beaucoup d'espèces les tolèrent. Les autres cations Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ et les sulfates SO_4^{--} , sont bien entendu des éléments nutritifs et utiles.

Le sodium ne semble pas avoir un rôle bien déterminé, bien qu'on puisse en doser dans les plantes des quantités très variables. Ces teneurs n'excèdent pas en général 0,3-0,4 % ; mais elles peuvent être beaucoup plus importantes chez les halophytes. On considère qu'il s'agit d'un élément utile à faible dose (mais non indispensable) à la croissance de tous les végétaux. Bien qu'il soit chimiquement très voisin du potassium, le sodium ne peut remplacer cet élément. Il pénètre difficilement dans les cellules végétales. Il est assez bien toléré jusqu'à 20 méq/l⁻¹, ou plus (460 mg/l⁻¹), et la plupart des espèces peuvent s'en passer, sauf les plantes halophiles qui développent une pression osmotique très élevée (jusqu'à 100 bars), grâce à une accumulation de ClNa.

Les ions chlore sont nécessaires à la photosynthèse à des doses très faibles (0,03 milliéquivalents/l), soit : 300 fois moins que ce qu'on trouve dans une (bonne) eau albiennaise. Malheureusement il devient rapidement toxique pour les glycophytes (plantes qui aiment les sols doux, non salés). Ainsi des tissus de lentille (*Lens esculenta*) vont être détruits à 50 % par un bain de 24 h dans de l'eau contenant 12 g/l de ClNa, alors que la betterave résiste jusqu'à 36 g/l, et une halophyte jusqu'à 90 g.

Avec les eaux sahariennes, on ne peut pratiquer finalement que des cultures tolérantes à la salinité. Heureusement toute la gamme des légumes sahariens : carottes, navets, oignons, betteraves, melons, tomates, aubergines, pastèques, etc., ou des céréales : orge, blé, maïs, et des arbres fruitiers : abricotiers, grenadiers, figuiers, résistent ou tolèrent plus ou moins ces niveaux de salinité (voir tableau 4).

Le palmier dattier est bien entendu le plus résistant, puisqu'on admet qu'il supporte 20 000 micromhos. Irriguée avec l'eau de drainage d'El Arfiame (15 g environ de sels par litre, entre 20 et 25 000 micromhos) une plantation de jeunes palmiers est parvenue à l'âge adulte, mais la production de fruits est restée négligeable.

La conductivité de 20 000 micromhos est donc actuellement pour le Sahara une limite ultime qui d'ailleurs ne permet qu'une utilisation marginale, comme l'entretien de jeunes palmiers en attendant une eau plus convenable. De toute façon avec des eaux de la classe C5 on ne peut irriguer que des sols très drainants (sables et graviers) riches en calcium soluble.

La classification proposée par l'école de Riverside est beaucoup trop sévère pour le Sahara. Le choix des critères est en effet très subjectif. Les américains sont habitués à des rendements élevés (100 kg par arbre pour le palmier à Indio) et retiennent des normes en rapport. Au Sahara, où les rendements moyens sont trois ou quatre fois plus faibles, il nous faut reconsidérer les limites admissibles. D'ailleurs la tolérance dépend des qualités génétiques de l'espèce et de la variété. Les méthodes utilisées pour définir la tolérance diffèrent également d'un auteur à l'autre, allant de l'étude précise de laboratoire sur les tissus ou les graines, à l'expérimentation en pots ou l'observation sur le terrain.

Tableau 4 - Seuils de tolérance à la salinité des plantes cultivées

Nom de la plante	Salinité de l'extrait de saturation extrait sec (mg/l^{-1})	Seuils de tolérance CE 25 (micromhos)	Pression osmotique (atmosphères)
Fraisier, haricot, framboisier	2000	1250	6.5
Citronnier, pommier, prunier, abricotier, amandier, oranger, pomélo, olivier, figuier	4000	2500	13
Pois, pomme de terre, melon, maïs sucré, patate douce, laitue,	6000	4000	20
tomate, épinard, eucalyptus, sorgho, luzerne, blé, maïs, abricotier (mech-mech), grenadier	8000	5000	26
Aubergine, chou-fleur, blette, chicorée, orge, avoine, laurier-rose, peuplier de l'Euphrate,	10000	7500	32
Asperge, choux, coriandre, oignon, pastèque, carthame, concombre	12000	9000	40
Radis rose et noir, betterave rouge, betterave fourragère topinambour, coton, colza, tamarix (Ethel)	14000	10500	45
Palmier dattier	16 000 à 20 000	12 000 à 20 000	52 à 60-70

Les indications portées dans ce tableau n'ont qu'une valeur relative ; elles ne sauraient être comprises comme des données précises, inutiles d'ailleurs en agronomie, dans la mesure où la minéralisation des solutions de sol varie sans doute beaucoup en fonction des irrigations, des horizons et des saisons. Un gros effort de recherche et de sélection reste à faire dans ce domaine.

Mais il ne faut pas oublier que de nombreuses palmeraies sont irriguées avec des eaux encore plus salées, dans l'Oued Righ notamment, ou la Station de Recherche d'El Arfiane irrigue les palmiers avec des eaux contenant plus de 7 g/l de sels, soit environ 11 000 micromhos, avec un SAR voisin de 10 ; ce qui la classe C5S4, c'est-à-dire la plus mauvaise qualité qui soit.

On a pourtant obtenu des rendements de *Deglet Nour* impressionnants (80 kg par arbre) et maintenu pendant plusieurs années un jardin potager avec des artichauts, des blettes, des betteraves, de la chicorée, du carthame, des oignons, des navets et des abricotiers francs (*mech-mech*). Ces plantes rassemblent les cultures sahariennes qui sont capables de supporter des solutions de sol supérieures à 10 000 micromhos. Il est vrai que le système de drainage était un modèle du genre.

La nécessité du drainage

Nous savons maintenant que les eaux peu minéralisées sont rares au Sahara et que les plantes, sauf quelques exceptions dont la plus notable est le palmier dattier, apprécient peu les fortes concentrations salines et en particulier le Cl Na. Nous avons vu que les terres irriguées accumulent en permanence les sels apportés par les eaux. Au Sahara, il faut irriguer beaucoup et avec des eaux chargées. L'agriculteur va se trouver presque toujours confronté à l'accumulation du sel.

Il faut donc faire le nécessaire pour l'évacuer, c'est-à-dire redissoudre les sels précipités, ou diluer les solutions de sel concentrées et les entraîner hors des parcelles cultivées dans les eaux de lessivage. Ces eaux doivent circuler ; elles ne servent pas à la consommation des plantes ; elles sont perdues pour l'irriguant ; ce sont des eaux usées, encore appelées eaux de colature ou au Sahara, eaux de *nezz* (du terme arabe signifiant sourdre, par extension terrain qui exsude de l'eau).

Les eaux de lessivage sont en réalité le véhicule qui sert à exporter les sels en excès, pour les amasser dans les bas fonds : les chotts.

Si on oublie ce phénomène fondamental, et on l'oublie trop souvent, les périmètres cultivés prennent rapidement un aspect désolé, avec des plantes bien caractéristiques, telles que : les Salsolacées, Soudes et Salicornes, des graminées envahissantes (*diss*), des palmiers grisâtres aux palmes courtes et peu nombreuses, et puis partout, des efflorescences salines recouvrant par taches les endroits où l'humidité apparaît.

Partout où le sous-sol n'est pas suffisamment filtrant, l'apport de l'eau d'irrigation crée, en peu d'années et suivant la profondeur de la première couche imperméable, une nappe perchée qu'on appelle aussi nappe phréatique. On trouve de telles conditions dans la plupart des régions sahariennes, et les endroits qui bénéficient d'un bon drainage naturel (plaine du M'Rara, périmètre de Hassi Ben Abdallah et de M'Guiden) sont plutôt rares.

Pour éviter cette lèpre des périmètres irrigués, qu'on retrouve un peu partout dans le monde mais surtout dans les zones arides et sub-arides, on doit absolument **DRAINER** l'eau excédentaire et maintenir la nappe phréatique à 1 m ou plus de la surface, et on doit **LESSIVER** les sels indésirables.

Le réseau de drainage peut très bien ne pas être réalisé la première année, mais il doit nécessairement être prévu. Il faut du même coup s'équiper d'un ensemble de piézomètres pour surveiller la remontée des eaux et leur salinité.

Pour les seuls mois d'été (juin, juillet, août, septembre, ETP totale de 980 mm), avec une solution de sol contenant 10 g/l de sels, il se déposait à Sidi Mahdi (Touggourt) 5 t de sels à l'hectare, avec une nappe à 40 cm de profondeur. En maintenant cette nappe à 90 cm, cet apport se trouvait réduit à 0,5 t. La remontée de la nappe par ascension capillaire dépend bien évidemment de la texture. Cette remontée est pratiquement nulle à la surface pour une nappe maintenue à 1,50 m dans un sol sableux, mais elle peut conserver le quart de sa valeur maximale dans un sol sablo-limoneux.

L'engorgement des sols par l'eau est dangereux par la salinisation qu'il entraîne, mais en plus, il crée des conditions d'anaérobiose à l'origine de la nécrose et de la pourriture des racines, il provoque la réduction des oxydes ferriques en faisant apparaître des taches verdâtres de gley ; il sélectionne une végétation envahissante nuisible, difficile à détruire ensuite (*Phragmites communis* = roseau commun, *Imperata cylindrica* = diss).

Pour éviter tous ces ennuis il faut maintenir le plan d'eau à environ 1,30 m en terrains sableux, éventuellement à 1,50 m, quand les terres sont limoneuses.

Dans la région de l'Oued Righ, les réseaux de drainage sont constitués de fossés d'environ 1,20 m de profondeur pour 50 cm ou plus de large. Ces fossés sont creusés à la pelle et à la pioche ; un progrès serait certes d'utiliser des pelles hydrauliques de petite dimension, car il s'agit d'un travail considérable. Ces fossés écartés de 25 m totalisent avec le collecteur 500 m de terrassement à l'ha.

Ils doivent en outre être curés chaque année pour supprimer les mauvaises herbes et relever les éboulements, fréquents en terrains meubles.

Malgré cela leur efficacité est bien souvent entravée faute d'une pente suffisante (au moins 3 pour mille) qui pourrait entretenir un courant autonettoyant, capable d'entraîner les sédiments les plus fins.

Les techniques ont aujourd'hui complètement changé et on n'utilise plus dans les pays développés que des drains en poterie pour les collecteurs et des tubes annelés perforés en PVC, pour le drainage proprement dit, mais surtout on dispose de systèmes de repérage de niveau topographique qui permettent de réaliser des pentes au plus juste.

Le calcul d'un réseau de drainage

L'écartement des drains peut se calculer à l'aide d'une formule (Solmer, 11) :

$$E = 2h \sqrt{\frac{Ks}{qc}}$$

Dans laquelle Ks est la perméabilité du sol, qc le débit caractéristique (généralement 1l/s/ha = 10⁻⁷ m³/s/m²) et h la hauteur admise de la nappe au dessus des drains après drainage.

Par exemple, si on désire un rabattement de 130 cm, avec une profondeur de drains de 150 cm, et que la perméabilité du sol Ks = 40 cm/h = 10⁻⁴ m/s et qu'on applique un débit de lessivage de 0,3 x 10⁻⁷ m³/s/m² = 0,3 l/s/ha, on obtient :

Pour h = 1,50 m - 1,30 m = 0,2 m :

$$E = 2 \times 0,2 \text{ racine carrée de } 10^{-4} / 0,3 \times 10^{-7},$$

Soit : E = 23 m

Dans les mêmes conditions pour des drains profonds de 1,2 m et un rabattement de 0,8 m, h serait de 0,4 m et l'écartement serait de 45 m.

Les fossés à ciel ouvert exigent 30 à 45 j de travail/an/ha, ce qui est considérable et en même temps pénible.

La mise au point d'un drainage enterré, nous paraît tout à fait nécessaire aujourd'hui.

Mais dans le plat pays au réseau endoréique qu'est le Sahara utile, le choix du site et la garantie d'un exutoire facile pour les eaux, sont les toutes premières précautions à prendre. Moins la pente est prononcée plus le réseau devra être superficiel et plus on devra réduire les écartements. Si la réalisation technique et pratique des drains peut bénéficier largement de l'apport des technologies modernes, rien ne peut remplacer dans leur fonctionnement, la pratique des irrigants qui doivent avoir une conscience claire de l'enjeu que représente le lessivage des sels. C'est hélas une condition rarement réalisée.

Le lessivage des terres irriguées consiste à maintenir la solution de sol aussi proche que possible de l'équilibre ionique de l'eau d'irrigation. Il est évident qu'on ne peut aller au-delà !

On suppose dans un système fonctionnant bien, et en équilibre après dessalement des sols d'origine, que l'eau de drainage correspond à la solution de sol dans laquelle baignent les racines des plantes.

D'après Durand (déjà cité), quand les eaux d'irrigation quittent la zone racinaire, elles sont de trois à dix fois plus concentrées en sels qu'en arrivant. Cette augmentation de concentration dépend de la perméabilité du sol (donc de sa texture) et de son complexe absorbant. Elle est plus forte (Cx = 5 à 10) pour les sols argileux ou limono-argileux, que pour les sols légers et filtrants, sableux ou sablo-limoneux, où l'eau passe rapidement (Cx = 1,5-4). Les mesures faites à El Arfiame ont fait retenir 1,5 comme coefficient Cx de multiplication. Autrement dit, avec une eau de CE²⁵ = 2 000 micromhos, l'eau de drainage pourra au mieux avoir une CE²⁵ de 2 000 x 1,5 = 3 000 micromhos.

On peut donc calculer la dose de lessivage nécessaire à partir de la conductivité de l'eau d'irrigation et de celle qu'on peut admettre pour l'eau de drainage qui ne pourra jamais être inférieure à 1,5 fois la salinité de l'eau d'irrigation.

Tous ces petits calculs montrent que le choix des cultures, donc par cohérence de la CE^{25} de l'eau de drainage, n'est pas innocent et qu'en zone aride des productions végétales peu tolérantes à la salinité sont toujours coûteuses en eau et en équipements. Cela explique également qu'un terroir mal aménagé, mal protégé du vent, mal drainé, mal irrigué verra en toutes circonstances sa productivité réduite et donc le travail des agriculteurs mal rémunéré.

Toute augmentation de l'ETP se traduit inévitablement par des doses d'irrigation supplémentaires, des sels en excès et des doses de lessivage proportionnelles. On a un gaspillage d'eau, une augmentation des coûts et une baisse de la productivité.

Le calcul de la dose de lessivage

Cette dose de lessivage D doit être incluse dans la dose d'irrigation DTI (dose totale d'irrigation).

DTI est fonction de l'eau consommée par les plantes ET (Eau Transpirée), de la conductivité de l'eau d'irrigation $CE^{25} I$ et de la conductivité recherchée de l'eau de drainage $CE^{25} D$, et la relation s'écrit ainsi :

$$DTI = \frac{CE^{25}D}{CE^{25}D - CE^{25}I} ET$$

Soit pour une $CE^{25}I$ de 2000 micromhos et une $CE^{25}D$ de 6000 et une ET de 16000 m^3/an :

$$DTI = \frac{6000}{6000 - 2000} \times 16000 = 24000 m^3$$

Si on accepte une eau de drainage non plus à 6000 micromhos mais à 8000, la dose de lessivage passera de 8000 m^3/an à 5300 m^3 .

Conclusion

Nous avons rappelé les règles basiques de l'aménagement des périmètres irrigués avec les eaux chargées de sels des eaux sahariennes, parce que nous observons que ces règles sont loin d'être partout respectées. Nous devons prendre conscience qu'en dehors d'une gestion rigoureuse, les investissements consentis dans la mise en valeur risquent bien de se voir anéantis à échéance plus ou moins différée.

Nous avons voulu démontrer une fois de plus que le drainage et le lessivage sont d'ardentes obligations pour économiser l'eau et optimiser les rendements. Il faut souligner avec force que dans le processus de la production végétale un seul maillon de la chaîne défaillant peut en compromettre la totalité. C'est la dure loi des facteurs limitants.

L'irrigation et le drainage ne sont pas des techniques faciles à réaliser de manière suivie. Les agriculteurs en position de responsabilité et d'initiative sont au bout du compte les seuls à posséder la logique subtile, qui peut les faire sortir victorieusement des problèmes d'aménagement, en équilibre sur le fil séparant le possible du souhaitable, et les pertes des bénéfices.

Il vaut mieux une petite propriété bien aménagée qu'un grand domaine mal tenu.

Bibliographie

- 1- **DJILI K., DAOU D., GAOUAR A., et BELJOUDI Z.**, 2003 : La salinisation secondaire des sols au Sahara. *Sécheresse*, 14, (4) : 241-246.
- 2- **DAOU Y.** et **HALITIM A.**, 1994 : Irrigation et salinisation au Sahara algérien. *Sécheresse*, 3, (5) : 151-160.
- 3- **DAOU Y.** et **HALITIM A.**, 1998 : Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes cultivées. *Etude et gestion des sols* 5, (4) : 289-298.
- 4- **LAKHDARI F.**, 1986 : Influence de la salinité sur la croissance et la nutrition minérale d'une solanacée « La tomate ». Thèse de Doctorat. Montpellier II.
- 5- **DUBOST D.**, 1991 : Ecologie, aménagement et développement des oasis algériennes. Edition CRSTRA Biskra, 2002, 422 pages.
- 6- **DURAND J.H.**, 1983 : Les sols irrigables. Edition ACCT et PUF, Paris, 339 p.
- 7- **HELLER R.**, 1987 : Physiologie végétale. Tome 1 : *Nutrition* (244 p) et Tome 2 : *Développement*. (214 p). Coll. Abrégés, Masson, Paris.
- 8- **DURAND J.H.** et **GUYOT J.**, 1955 : L'irrigation des cultures dans l'Oued Righ. *Trav. Inst. Rech. Sahar.*, **XIII**, 75-130.
- 9- **MASMOUDI A.**, 1999 : Etude expérimentale sur l'efficacité du phosphate naturel de Djebel Onk. Actes du Séminaire de Ouargla, CRSTRA Biskra.
- 10- **LESAIN Ch.** et **COIC Y.**, 1983 : Cultures hydroponiques. Ed. La Maison rustique, Paris, 120 p.
- 11- **SOLTNER D.**, 1986 : Les bases de la production végétale. 1- Le sol. Coll. Sci. Tech. Agr., St Gemmes sur Loire (Angers), 463 p.

MENACES DE LA SALINITE DES SOLS : CONSTATS DANS LA REGION DES ZIBAN

Nezzar Kebaili N.

Chargée d'études CRSTRA - Email : dakhia_nadjet@yahoo.fr

RESUME

En milieu oasien, l'agriculture traditionnelle a généralement obéi à certaines règles d'équilibre écologique, de durabilité et de viabilité, à travers l'exploitation efficiente de la ressource hydrique, la préservation de la biodiversité agricole et la maîtrise des pratiques culturales etc.

Actuellement cet équilibre se trouve toutefois menacé, voire fragilisé, tant sur le plan écologique, qu'économique.

En effet, les pressions démographiques et les besoins qui s'en suivent, ont conduit à l'extension des superficies irriguées, pour faire face à une demande sans cesse croissante.

Par conséquent, lors des deux dernières décennies, le phénomène de salinisation des sols fait son apparition, en s'amplifiant graduellement dans le temps et dans l'espace.

Notre travail s'inscrit dans l'axe de recherche portant sur l'inventaire et la caractérisation des sols salins ou menacés de salinisation dans la région des ziban.

A son stade initial, à travers les enquêtes et les prospections préliminaires sur terrain, les résultats bien que quelque peu hâtifs, montrent d'ores et déjà une influence négative sur la qualité et le rendement des dattes.

L'impact de la salinisation débute par la baisse des rendements et la dépréciation de la qualité organoleptique des dattes, pour atteindre, dans certains cas, le flétrissement et le dépérissement de palmeraies entières, engendrant des pertes de sols par stérilisation, comme stade ultime.

En définitive, la salinité des sols peut mettre en péril une économie durable et des équilibres ancestraux. Un abandon des terres et une désertion des populations s'en suivraient.

Mots clés : *Salinisation, dattes, agriculture, qualité, désertisation.*

1. Introduction

L'agriculture traditionnelle a su conserver les sols, ainsi que leur fertilité en respectant tout naturellement les règles d'un équilibre écologique durable.

Actuellement, cet équilibre se trouve toutefois menacé, voire fragilisé, tant sur le plan écologique, qu'économique. En effet, les pressions démographiques et les besoins qui s'en suivent, ont été à l'origine de l'extension des superficies irriguées, pour faire face à une demande sans cesse croissante, au moyen d'une agriculture dite moderne. Ainsi, depuis plus de deux décennies, à l'instar des autres régions du territoire national, la région des Ziban a connu un important développement agricole, marqué par l'accroissement des superficies irriguées par l'extension des exploitations agricoles déjà existantes et/ou, par la création de nouveaux périmètres irrigués.

Ces superficies en irrigué n'ont pas cessé de s'accroître depuis les années 80 et sont passées de 66 000 ha à 102 000 ha, soit du simple au presque double de 1999 à 2005 en six ans (DSA, Biskra). Cette extension a fait appel à la mobilisation d'importants volumes d'eaux souterraines, dont le degré de salinité varie d'un point à un autre : il est de 3,6 à 5,2 ds/m pour les forages et de 6,3 à 16,6 ds/m pour les puits (Masmoudi, 2002, Région de M'lili).

En effet, parmi les risques encourus, la **salinisation des sols** a fait son apparition dès les années 1980/85, mais sur des surfaces localisées à Mekhadma, Lioua, Sehira à l'Ouest et Oued El-Maleh (Sidi Okba), à l'Est de la wilaya.

Depuis, ce phénomène s'amplifie graduellement dans l'espace et dans le temps. Son impact débute par la baisse des rendements et la dépréciation de la qualité organoleptique des fruits des espèces les mieux adaptées, en l'occurrence le palmier dattier, pour atteindre, dans certains cas, le flétrissement et le dépérissement de palmeraies entières, engendrant des pertes en sols par stérilisation, comme stade ultime.

En définitive, la salinisation des sols peut mettre en péril une économie durable et des équilibres ancestraux. Un abandon des terres et une désertion des populations s'en suivent.

Aussi, pour mieux apprécier l'ampleur du problème, ou menace réelle du secteur agricole (Cheverry et Bourrié, 1998), notre projet s'inscrit dans le cadre d'un inventaire des sols salins, et/ou menacés de salinisation, dans la région des Ziban (wilaya de Biskra).

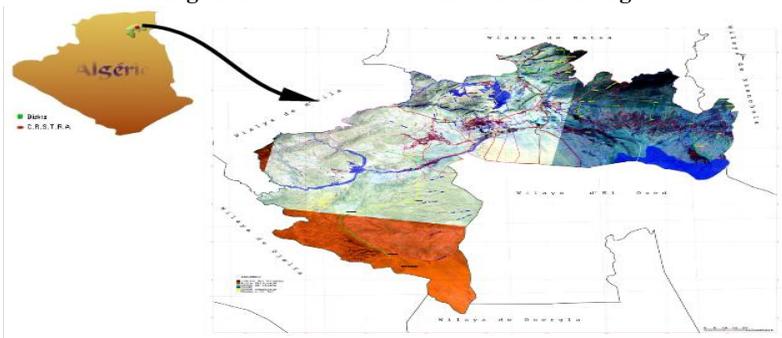
2. Matériel et méthode

2-1. Zone d'étude

Il s'agit de la région des Ziban qui se situe à environ 400 km au Sud-est d'Alger. Elle se caractérise par :

- un climat aride aux hivers courts, froids et secs ; aux étés longs, chauds et très secs ;
- des ressources en eau, essentiellement souterraines, et de salinité, souvent élevée ;
- une activité économique, principalement agropastorale, représentée par le palmier dattier, les cultures maraîchères et l'élevage ovin (race Ouled Djellal).

Fig. n° 1 - Carte de situation de Biskra en Algérie



Une prospection globale au niveau des différentes régions de la wilaya nous a permis d'identifier les communes affectées par la salinisation des sols.

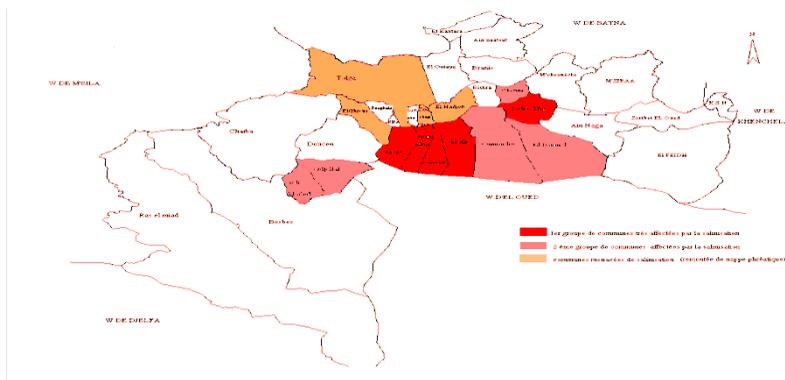
• Principales régions touchées actuellement par la salinisation des sols :

Au fur et à mesure que les superficies irriguées s'accroissent, le phénomène de salinisation s'amplifie dans le temps et dans l'espace. Actuellement, plusieurs communes en sont affectées. On cite en l'occurrence, El Haouch, Sidi Okba, Chetma, Oumache, M'lili, Ourelal, Mekhadma, Lioua, Ouled Djellal et Sidi Khaled.

D'autres communes, telles que : El Hadjeb, Tolga, Bouchagroune et El Ghrous, présentent des cas de salinisation éparse ; elles présentent en plus des phénomènes de remontée d'eau de la nappe phréatique à la surface et/ou au niveau des horizons supérieurs.

Cette salinisation a touché, tant les anciennes palmeraies, que les récentes, ainsi que les nouvelles plantations (ou mise en valeur). Elle n'a point épargné les parcours.

Fig. n° 2 - Communes affectées par la salinisation.-



- Etat de salinisation sur terrains affectés -

Sur palmeraie ancienne (plus de 50 ans)



Sur palmeraie récente (moins de 50 ans)



Sur une nouvelle plantation (m.e.v.)



Sur terrain de parcours



- Etat de salinisation sur terrains menacés -

- Remontée de la nappe phréatique -



Parmi les communes affectées, celles les plus touchées ont fait l'objet de plusieurs visites de terrain durant les mois de mars, avril et mai 2006. Il s'agit des communes de Sidi Okba, M'lili, Ourelal et Lioua, à raison de dix exploitations par commune. Pour chacune de ces communes (fig. n° 2), nous avons effectué 2 sorties par semaine sur terrain, agricole et parcours, affectés par le phénomène de salinisation.

2-3 Méthode d'évaluation de la qualité des exploitations vis-à-vis du degré de dégradation du sol par la salinisation :

La classification des exploitations agricoles a été faite en fonction des effets de la salinisation des sols sur les productions agricoles et en fonction de l'occupation des sols. Nous avons pris en compte quatre (04) paramètres. Pour chacun de ces paramètres, nous avons choisi arbitrairement une échelle de 1 à 4 comme indiqué ci après :

Tableau 1

ECHELLES				
PARAMETRE S	1	2	3	4
Présence de sel en surface/ou dans l'horizon supérieur	Quelques traces (très faible)	Agrégats et /ou nodules dispersés (Faible)	Pellicules et/ou nodules agglomérés (Modéré)	Couche et/ ou agrégats importants (élevé)
Rendements en kg/ palmier	Très faible 0 à < 20	Faible entre 20 et 50	Moyen entre 50 et 70	Bon supérieur à 70
Qualité des dattes par rapport à la Couleur	foncée	brune	Moyenne brunâtre	dorée
Salinité de l'eau de drainage en mmhos/l	Inférieure à 10 faibles	Entre 10 et 20 moyenne	Entre 20 et 30 élevée	Plus de 30 très élevée

La classification des exploitations agricoles a été faite en fonction des effets de la salinisation des sols sur les productions agricoles et en fonction de l'occupation des sols

En nous basant sur les critères ci-dessus nous avons obtenu quatre (04) classes de qualité :

Tableau 2

Classes	Valeurs en Points	Caractéristiques
I	12 à 16	Faible présence de sels, Rendement acceptable et qualité appréciable
II	8 à 12	Moyenne présence de sels, Rendement moyen et qualité moyenne
III	4 à 8	Forte présence de sels, Rendement faible et qualité mauvaise

IV	0 à 4	Très forte présence de sels, Rendement nul et qualité médiocre.
----	-------	---

3. Résultats

Fig. 3 - Répartition des exploitations/classe de qualité/occupation du sol

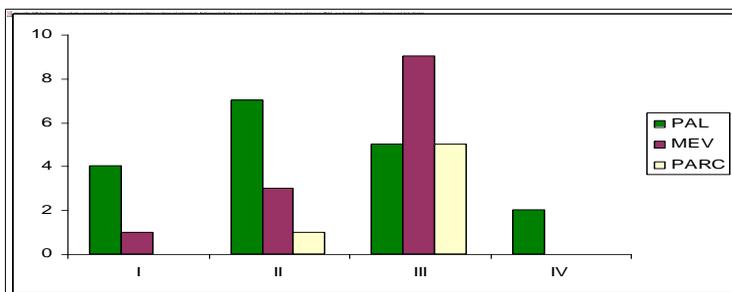
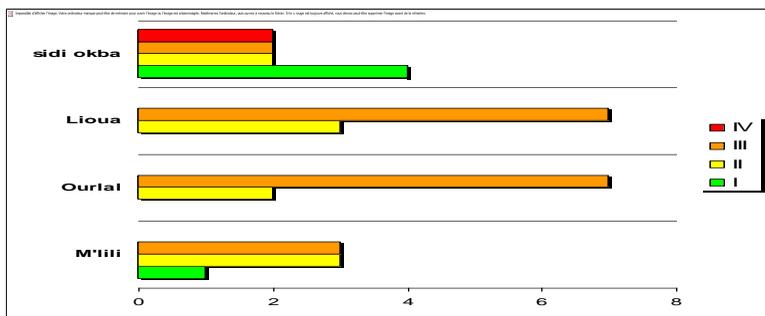


Fig. 4 - Répartition des exploitations affectées/classe de qualité/commune enquêtée

4. Discussion



4-1 Causes de cette salinisation :

D'après nos investigations, nos enquêtes et nos divers entretiens avec les autorités et les agriculteurs locaux, le phénomène de salinisation est apparu au fur et à mesure de l'extension des superficies irriguées, notamment dans les communes situées dans les plaines Sud de la wilaya.

Si, *a priori*, les sols des exploitations agricoles, présentent une prédisposition au phénomène, l'irrigation intensive, sans précautions particulières, a accéléré le processus de salinisation (Masmoudi, 2002).

Dans les zones de parcours, le phénomène de salinisation est lié aux fluctuations du niveau de la nappe d'eau phréatique saturée, par contre, celle-ci est influencée par les eaux de drainage en provenance des zones topographiquement plus élevées. Autrement dit, le processus de salinisation des sols est influencé par plusieurs facteurs autres que le déficit en eau (Eilers W. D., 1995), notamment :

- la topographie,
- la teneur initiale en sels du sol,

- les facteurs hydrologiques (drainage du sol),
- l'utilisation des terres (manières et types d'occupations des sols).

4-2 Le comportement de l'espèce végétale (Palmier Dattier):

Selon les travaux de recherches menés par Halitim, Senoussi et Lakhdari, la présence des sels influe directement sur le comportement et le rendement du végétal.

Ainsi, le palmier dattier subit un stress qui se traduit différemment selon les cas.

1- Dans les anciennes palmeraies, on assiste plutôt à :

- Une dépréciation de la qualité de la datté, qui se manifeste une altération de sa couleur caractéristique translucide originelle. Elle noircit en quelques jours au stockage pour les primeurs et au sein du palmier même pour les dattes de saison.
- Une baisse progressive du rendement dans le temps.
- Une non rentabilité ou absence quasi-totale des cultures sous palmier (en intercalaire).



2- Dans les exploitations récentes (moins de 50 ans) : on assiste à un jaunissement et un dessèchement précoce des palmes.



3- Dans les nouvelles plantations (m.e.v.) : on assiste à un flétrissement



puis un dépérissement des jeunes plans et à un taux de réussite des nouvelles plantations très faible à négligeable.

- Stade de flétrissement-

- Stade de dépérissement-

4- Dans les zones des parcours, on distingue deux stades différents :



Dédensification du couvert végétal



Absence quasi totale de couvert végétal

5- CONCLUSION

5-1 Quelle conclusion faut-il tirer ?

D'après ce qui précède, on peut d'ores et déjà tirer la sonnette d'alarme sur les impacts ou effets de la salinisation des sols sur l'agriculture en général et sur le palmier dattier en particulier en tant que pivot de l'économie locale et régionale.

Il est aussi important, voire impératif, de maîtriser et de lutter contre la perte des sols, engendrée par le phénomène salinisation/stérilisation, si l'on considère qu'au niveau de la seule commune d'Ourelal (dans la zone de D'zira et de Dahra) 1 250 ha sont fortement affectés par la salinisation, sur une superficie irriguée totale de : 18 725 ha, soit : 6,6%, en l'espace de deux décennies.

Par ailleurs, on constate dans notre travail, que les terrains de parcours, sans être irrigués, ont subi une forte salinisation et que les jeunes exploitations et les nouvelles plantations (m.e.v.) ont été plus affectées que les anciennes.

6-2 Quelles attitudes peut-on avoir ?

Au vu de ce qui précède, quatre attitudes s'imposent :

1- Dans le domaine de la recherche, il faut répondre impérativement aux préoccupations légitimes des agriculteurs en évaluant rigoureusement l'influence de cette salinisation des sols sur la qualité et les rendements agricoles, pour y remédier et/ou prévenir.

(A cet effet, un inventaire des sols salins ou menacés de salinisation doit être établi. C'est justement un axe de recherche privilégié au CRSTRA).

2- Dans le cadre des programmes de développement : La prise en compte et l'application des résultats de la recherche en la matière est nécessaire dans le souci d'adapter les dits programmes et les systèmes de production aux conditions du milieu et non l'inverse.

3 - Prévoir des réseaux de drainage au même titre que ceux d'irrigation pour : lessivage des sels apportés par les eaux d'irrigation et évacuation des eaux excédentaires de la nappe phréatique.

4- Les projets de m.e.v. en irrigué (en plus des référentiels techniques et scientifiques) doivent passer par une démarche participative impliquant

l'agriculteur, en tant qu'acteur principal, dans la maîtrise et prise en charge des techniques culturales, dans le cadre du développement d'une agriculture qu'on voudrait durable.

Références bibliographiques.

Halitim A., 1973 : Etude expérimentale de l'amélioration des sols sodiques d'Algérie en vue de leur mise en culture. Thèse Doct. 3^{ème} cycle, Univ. Rennes, 176 p.

Halitim A., 1987 : Sols des Régions arides d'Algérie. OPU, Alger. 384 p.

Munier P., 1973 : Le palmier dattier. Techniques Agricoles et productions tropicales. Maisonneuve et Larose, Paris, 221 p.

Daddi Bouhoun M., 1997 : Contribution à l'étude de l'évolution de la salinité des sols et des eaux d'une région saharienne : Cas du M'Zab. Thèse de Magister, INA, Alger, 180 p.

Actes du Séminaire national sur la : « Salinisation des terres agricoles en Algérie ». Chlef le 01, 02 Juin 1999.

Site : www.agr.gc.ca/pfra/csfdc/resaline_f.htm - 19k -

Site : www.montpellier.cemagref.fr/doc/publications/theses/ft/hdr_jcmailhol.pdf

Site : www.ramsar.org/key_guide_list_f.htm - 158k/

Site : www.lenntech.com/français/irrigation/salinite-risque-irrigation.htm - 25k -

**LE DEVELOPPEMENT AGRICOLE :
CONTRAINTES ET PERSPECTIVES.
CAS DE LA VALLEE DE L'OUED RIGH**

Merrouchi L.

Ingénieur d'Etat/ chargé d'études. INRAA. Merrouchi_lounes2004@yahoo.fr

RESUME

L'activité agricole a connu ces dernières années une extension importante dans le cadre des lois sur l'accèsion à la propriété foncière (APFA) et du plan national de développement agricole (PNDA).

Cette extension s'est manifestée par l'augmentation de la superficie agricole et par la mobilisation de plus de moyens de production.

En parallèle, diverses contraintes viennent s'installer sur le terrain. Celles-ci freinent le développement agricole et mettent en péril l'agriculture durable.

A travers un suivi de fonctionnement de quelques exploitations agricoles dans la vallée de l'Oued Righ, nous avons pu relever que le triptyque de Brundtland (1987) pour la mise en place d'une agriculture durable, n'est pas établi.

**ETUDE, REALISATION ET IMPLANTATION SUR LE TERRAIN
D'UN DISPOSITIF DE GENERATION D'ELECTRICITE ISSUE DE
FORAGES ALBIENS (CI) POUR L'AUTOSUFFISANCE DE
L'ENVIRONNEMENT D'UNE EXPLOITATION AGRICOLE**

Etsouri K.

Institut National Agronomique d'El Harrach Alger.

RESUME

Le ministère de l'hydraulique, dans le cadre de la mise en valeur des terres agricoles dans le sud et l'alimentation des populations en eau potable, exploite un grand nombre de forages albiens. Ces puits, dont les débits varient de 50 à 300 l/s et les pressions de 8 à 27 bars, constituent une énergie potentielle non négligeable et facile à transformer en énergie électrique, tout comme la température de sortie variant entre : 50° et 72° C, qui peuvent être exploitées.

Ce travail vise la valorisation de l'énergie dégagée par l'eau remontante à la surface sans pompage et ceci uniquement grâce à la pression accumulée en profondeur. C'est donc une énergie perdue ; en d'autres termes, une énergie exploitable, capable de s'adapter à nos exigences.

Il s'agit de procéder à des transformations au niveau du forage. L'introduction d'un dispositif au sein même de la bouche du forage serait le principal changement apporté à ce dernier.

L'énergie accumulée tout au long de la remontée d'eau est dominée. Celle-ci modifie l'inertie de l'eau en énergie électrique qui servira à alimenter les structures de base.

A titre d'exemple un forage permettra de faire fonctionner au minimum totalement quatre pivots avec toutes les charges y afférentes.

Le pivot, l'exploitation agricole, l'éclairage de la ferme, l'utilisation privée dans les habitats, le chauffage ..., sont pris en charge par le dispositif.

Mots clés : *Continental intercalaire (albien) (CI) - Génératrice - Exploitation agricole - Algérie - Turbine - Forage - Electricité.*

**MUTATIONS ET INNOVATIONS DES PAYSANNERIES FACE AUX
BOULEVERSEMENTS DE LA QUESTION HYDRAULIQUE.
LE CAS DU BAS SAHARA ALGERIEN**

Bensaâd A.

*Maître de Conférences UFR Géographie, Université de Provence (Aix- Marseille 1)
Enseignant- Chercheur IREMAM (Institut de Recherche et d'Etude sur le Monde Arabe et
Musulman)*

RESUME

Le Sahara est le lieu d'une reprise et d'une expansion agricole vigoureuse et exceptionnelle par rapport à toutes les régions bordières (Maghreb et Sahel).

Cette expansion, mue par des impulsions essentiellement exogènes mais portées, en grande partie, par des paysanneries ancestrales, a été conforté et, en partie, suscitée, par les nouvelles ressources hydriques mises à jour. Sous le sable du Sahara gisent les aquifères les plus puissants au monde : 60 000 milliards de m³ !

Les débits sont passés de : 1 l/s dans la nappe phréatique, à : 400 l/s dans les nappes profondes du Continental intercalaire !

Cette irruption d'une eau abondante dans des milieux habitués à la parcimonie se déroule concomitamment avec une explosion urbaine qui génère une montée de besoins très concentrés spatialement, alors que se trouvent marginalisées les vieilles collectivités et leur culture ancestrale de l'eau.

Cet apport d'une eau nouvelle, greffée sur un ancien système hydraulique structuré autour de la parcimonie et resté immuable, est porteur de risques de rupture d'équilibre.

Dans le cas du Bas Sahara, il a abouti à une grave crise sanitaire qui est de l'ordre de la rupture écologique.

Ce bouleversement, qui affecte toutes les dimensions de l'espace saharien (dont les villes), a mis en crise, et parfois fait périr, des agrosystèmes.

Face à cette crise, les paysanneries sahariennes ont développé des stratégies d'adaptation et de réappropriation aboutissant sur des innovations, dont l'élaboration de formes nouvelles et diversifiées de culture et d'irrigation, qui utilisent la crise hydraulique (notamment la difficulté d'évacuation de l'excès d'eau) pour donner une impulsion plus forte et une nouvelle orientation au développement agricole. Celui-ci se trouve être, en même temps, une réponse, la seule à ce jour ayant des effets concrets, à la crise environnementale puisque, entre autres, en l'utilisant, il contribue à une diminution notable du surplus d'eau et de ses effets.

Ainsi, les paysanneries sahariennes, en même temps qu'elles renouvellent leurs pratiques et leur identité, interviennent au delà du seul espace agricole, en faisant de leur pratique un élément de réponse à la crise environnementale plus globale de l'espace saharien et un élément de renforcement de leur poids d'acteurs.

EFFET DE LA SUCCESSION DES MACHINES AGRICOLES

Amara M.¹, Kheyar M. O.², Harrad F.³^{1 & 2} Laboratoire de Mécanisation Agricole, INA, El Harrach, Alger. m.amara@ina.dz³ Institut Technologique des Grandes Cultures d'Alger

RESUME

L'objet de cet article porte sur le choix des outils aratoires et plus particulièrement de leur succession pour la mise en place d'une céréale blé sous pivot en zone saharienne. Pour analyser l'effet des outils aratoires et de leurs succession sur le développement des racines du blé, six chaînes mécaniques ont été choisies ; celles-ci sont composées d'une charrue à socs, d'un cultivateur à dents et d'une roto herse, un épandeur d'engrais et un semoir en ligne. Les résultats obtenus ont montré l'importance de la succession des outils aratoires sur l'état structural du sol et par conséquent sur celui du développement des racines et du rendement de la culture. Ce travail à pour but de quantifier ces effets et de proposer une chaîne optimale en proposant l'introduction du semis direct.

Mots clés : Outils aratoires, racines, rendement, chaînes, succession

SUMMARY

The object of this article relates to the choice of the agricultural tools and more particularly of their succession for the installation of a cereal corn under pivot in Saharan zone. To analyze the effect of the agricultural tools and their succession on the development of the roots of corn, six mechanical chains were selected ; those are made up of a share plow, a farmer with teeth and a roto harrow, a spreader of manure and a seed drill. The results obtained showed the importance of the succession on the structural state of the ground and consequently on that of the development of the roots and the output of the culture. The objective of this works is to quantify these effects and to propose an optimal chain. It is a first stage for justification of introduction of simplified farming techniques, in particular the direct drilling.

Keys words : agricultural tools, roots, output, chain, succession.

1. Introduction

Les céréales et leurs dérivées occupent la part la plus importante dans le système alimentaire algérien. En effet elle fournissent plus de 60 % de l'apport calorique et plus de 75 % de l'apport protéique de la ration alimentaire nationale (Talamali, 2000). La production nationale de céréales demeure cependant insuffisante et ne couvre que 25 à 30 % des besoins nationaux (Malki et Redjel, 2000). Pour améliorer la production en céréales, l'introduction de la céréaliculture en zones sahariennes, nécessite donc une recherche sur la mécanisation de la première étape de l'itinéraire technique, pour la mise en place du blé sous pivot. Outre la présence conjuguée de terres et de nappes d'eau qui favorisent la création de périmètres irrigués pour la production du blé en utilisant des systèmes d'irrigation modernes telle que l'irrigation par pivot (Daoud et Halitim, 1994) et tenant compte des caractéristiques physiques des sols de ces zones, le choix d'une succession d'outils aratoires doit être l'une des premières préoccupations des exploitants.

Selon Maertens et *al.*, 1974, in Chopart, 2001, si dans un milieu non contraignant, comme les solutions nutritives en cultures hydroponiques, quelques racines peuvent suffire à assurer les besoins en eau et en éléments nutritifs, il n'en est pas de même au champ, où un bon développement du système racinaire est un facteur essentiel du développement de la plante.

Le labour a un effet favorable sur le développement racinaire ; il améliore en particulier la vitesse de croissance en début de cycle et la colonisation du sol

en profondeur. Cet effet est attribué à la modification de la porosité du sol et à une réduction de la résistance du sol à la pénétration des racines, car ce sont les deux propriétés physiques du sol qui sont les plus modifiées par le labour (Charreau et Nicou, 1971 ; Nicou, 1977). Dans les sols sableux mal structurés des relations ont été trouvées entre la porosité du sol en début du cycle et la densité racinaire (Nicou, 1974).

Cependant, l'importance de l'effet du travail du sol sur le système racinaire dépend largement de l'état physique initial du profil cultural.

Pour cela, le choix d'une chaîne aratoire pour la préparation du sol doit prendre en considération les propriétés physico mécaniques de ces sols à structure très fragile et à caractère érosif important, tout en répondant aux exigences de la culture. D'autre part les modèles proposés pour l'évaluation des rendements ne tiennent pas compte des caractéristiques des racines de la plante ni de l'état structural du sol. Il sera intéressant d'analyser l'effet du développement des racines sur celui de la plante. Mais avant de voir cet effet, il sera intéressant d'étudier d'abord l'effet de l'état du sol sur celui des racines.

C'est l'objet de cet article, dont l'intérêt sera porté sur l'effet de la succession de différents outils aratoires et ses conséquences sur la résistance pénétrométrique du sol, pour ensuite analyser l'effet du développement des racines sur les rendements d'une céréale : le blé.

2. Matériels et Méthodes

2.1. Matériels

2.1.1. Le sol

Le sol sur lequel ont été réalisés les essais, présente les caractéristiques suivantes :

Tableau I : Analyse granulométrique des échantillons du sol.

Fractions granulométriques	Moyenne %
Argile	8,20
Limon fin	12,70
Limon grossier	33,67
Sable fin	18,12
Sable grossier	27,29

L'humidité du sol lors des passages des différents outils aratoires est de 11 %.

2.2.2. Caractéristiques de la semence

La semence utilisée pour nos essais est une semence sélectionnée de la variété de blé tendre : "Neelkant", appelée *Hidhab*, ou HD 1220 ; elle présente un pouvoir germinatif de 88 %, et un poids de mille graines (PMG) de 37,05 g.

2.2.3. Les outils aratoires

Pour nos essais, les machines agricoles utilisées sont respectivement :

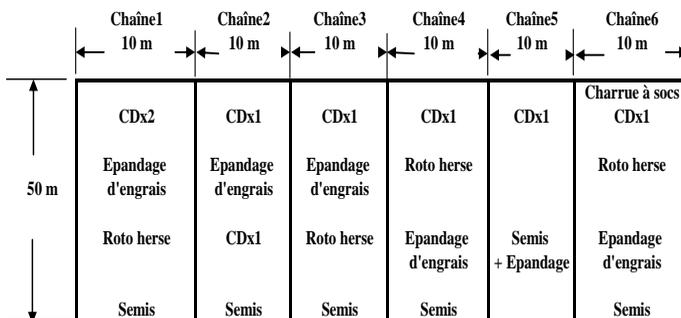
- Un tracteur C6008
- Une charrue bisocs
- Un cultivateur à 9 dents
- Une roto herse
- Un épandeur d'engrais
- Un semoir en lignes

Ces différentes machines ont permis d'établir six chaînes mécaniques illustrées sur la figure 1.

2.2. Méthodologie des essais

La parcelle utilisée est divisée en six micros parcelles. Après une irrigation par pivot, six chaînes mécaniques ont été utilisées pour mettre en place la culture avec la fertilisation. Les densités de semis et du fertilisant TSP45, respectivement de 150 kg/ha et 300 kg/ha, sont les mêmes pour les six micros parcelles. Le but de l'expérimentation est de vérifier l'effet de la technique de préparation du sol sur le développement des racines et de ses conséquences sur le rendement de la culture ; la différence entre les micros parcelles réside dans le mode de préparation du sol et de la fertilisation. Nous représentons ci-dessous le dispositif expérimental (fig. 1).

Fig.1 : Dispositif expérimental



CD x 2 : cultivateur à dents deux passages croisés.

3. Résultats

Les principaux résultats obtenus sont consignés sur les tableaux suivants :

Tableau II : Résistance pénétrométrique du sol avant et après le passage des outils aratoires

Chaînes	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6
R avant travail du sol (daN/cm²)	2,89	3	3,81	3,32	3,3	3,07
R après travail du sol (daN/cm²)	1,98	1,28	0,99	1,75	1,25	1,6

Tableau III : Valeurs moyennes des longueurs de la paille, des épis et des racines

Chaînes	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6
LP (cm)	77,2	74,23	74,73	76,86	75,79	76,23
LE (cm)	5,9	6,11	6,08	7,87	6,95	7,33
LR (cm)	9,46	12,74	7,38	11,03	10,55	8,64

Tableau IV : Poids secs des racines des épis et des tiges

Chaînes	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5	CH6
PSR (g)	260,72	237,86	265,14	267,16	279,30	480,42
PSE (g)	823,70	661,06	669,88	767,72	636,66	554,90
PSP (g)	808,26	709,98	535,54	607,86	450,44	571,22

Tableau V : Nombre d'épis, poids de mille grains et rendements en relation avec l'état structural pour chaque chaîne

Chaînes	R (daN/cm ²)	Nbre d'épis/m ²	PMG	Rdt (qx/ha)
CH1	1,98	746	39,40	59,01
CH2	1,28	490	40,99	48,27
CH3	0,99	674	41,50	51,31
CH4	1,75	732	42,51	54,71
CH5	1,25	652	40,93	58,74
CH6	1,60	638	41,85	37,66

4. Analyse des résultats et discussions

Les résultats obtenus sont illustrés par les histogrammes suivants.

4.1. Comportement du sol et conséquence sur le développement des racines

Les résultats obtenus et illustrés sur la figure ci-dessous montrent clairement la variation de l'effet de la succession des passages des différents outils aratoires sur la résistance pénétrométrique. En effet la parcelle travaillée avec la chaîne 3 présentant une résistance supérieure aux autres avant le passage des outils présente la résistance pénétrométrique la plus faible après le travail du sol.

Fig. 2 : Variation de la résistance pénétrométrique du sol avant et après le passage des outils aratoires

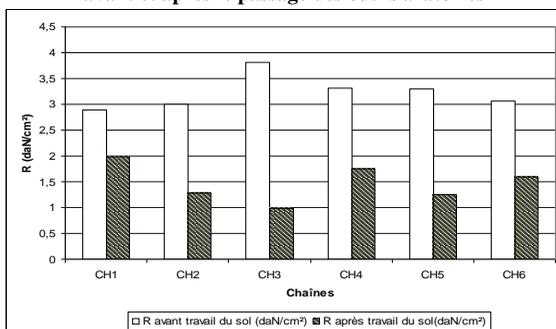


Fig. 3 : Variation de la longueur des racines en relation avec la résistance pénétrométrique du sol

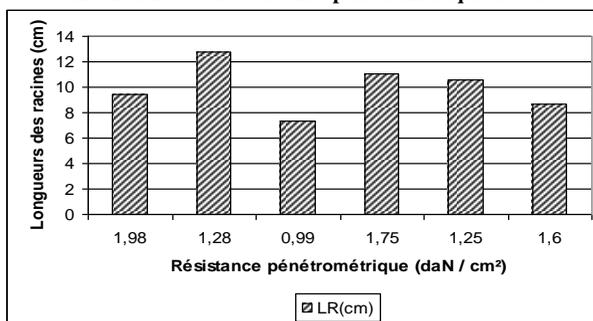
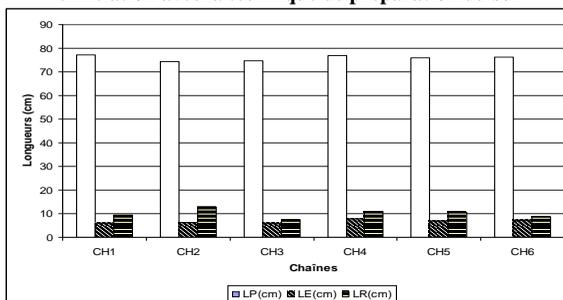
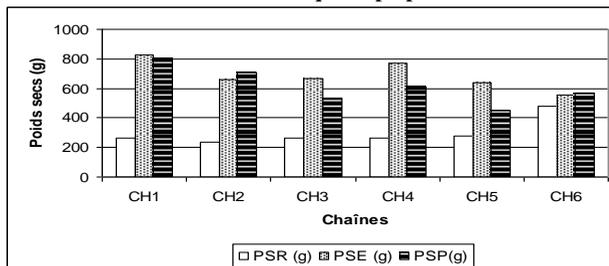


Fig. 4 : Variation des longueurs de la paille, des épis et des racines en relation avec la technique de préparation du sol



La variation de la longueur de la tige du blé est relativement la même quelle que soit la chaîne utilisée ; cette longueur est comprise entre : 70 et 80 cm. Cependant, la moyenne des longueurs des racines est plus importante dans le sol travaillé avec la chaîne 2. Par contre, la longueur de l'épi est plus importante pour la chaîne 4, elle est supérieure : à 10 cm ; le nombre de grains est donc plus grand à ce niveau. Nous en concluons que la morphologie des différentes parties de la plante, à savoir la longueur de la paille et de l'épi, ne dépend pas, dans notre cas, de la longueur des racines. C'est pour cela que nous nous intéresserons dans ce qui suit au poids des différentes parties de la plante.

Fig. 5 : Variation des poids secs des racines, des épis et des tiges en relation avec la technique de préparation du sol

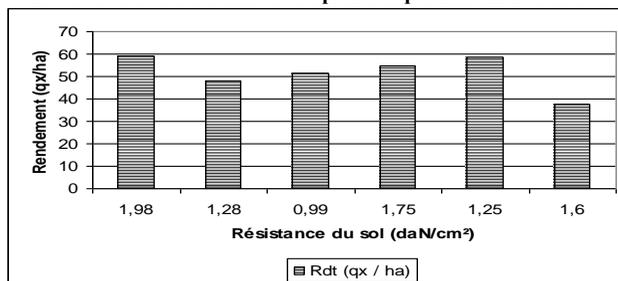


L'analyse de cette représentation graphique montre que l'augmentation du poids des racines entraîne la diminution de ceux des épis et des tiges de la plante, ce qui signifierai qu'il y aurai concurrence entre la partie aérienne et celle souterraine. Il sera donc nécessaire d'offrir à la culture un sol à faible porosité qui permettra un bon développement des racines sans altérer les parties aériennes. Dans ce cas nous favoriserons la chaîne 1 qui donne le meilleur poids des épis ce qui se répercutera sur le rendement, ce qui est confirmé ci-dessous.

4.2. Les rendements de la culture

L'analyse de ces valeurs montrent que le rendement est influencé par la résistance spécifique du sol ; la résistance la plus élevée, qui est de : 1,98 daN/cm², donne le meilleur rendement qui est de : 59,01 qx/ha. Il est nécessaire de constater que l'utilisation de la charrue à soc, au niveau de la sixième chaîne, donne le rendement le plus faible. Ce dernier constat pourrait s'expliquer par le fait que la charrue à soc entraînant un remaniement en profondeur de la structure du sol avec la présence d'une porosité importante, permet aux racines de se développer au détriment de la partie aérienne de la plante (Harrad, 2003).

Fig. 6 : Effet de la résistance pénétrométrique du sol sur le rendement de la culture après chaque succession d'outils



Conclusions

Au regard de ces résultats, il apparaît que le mode de succession des outils aratoires a un effet sur la résistance pénétrométrique, donc sur la structure du sol, qui a lui-même un effet appréciable sur le développement des racines. Il est cependant apparent que la relation entre le développement des racines et l'état structural du sol n'est pas évidente, la longueur des racines est plus grande pour une résistance pénétrométrique de ; 1,28 daN/cm², et elle est plus petite pour des résistances pénétrométriques supérieures à cette valeur.

Le poids sec des épis, donc des graines, est plus important au niveau de la première chaîne, ce qui justifie que le rendement est plus important au niveau de cette chaîne, qui présente une résistance pénétrométrique après le travail du sol de : 1,98 daN/cm². Cela pourrait s'expliquer par un meilleur contact entre la graine semée et le sol ; d'où meilleur contact entre les racines et le sol.

Dans les conditions où les essais ont été réalisés, nous préconiserons la première chaîne, à savoir deux passages croisés avec un cultivateur à dents, épandre les engrais, passer une roto herse puis semer. Il sera intéressant d'analyser le comportement des engrais dans les différentes structures du sol, obtenues avec les différentes successions d'outils aratoires.

PROPOSITIONS

Tenant compte des caractéristiques pédoclimatiques de la région d'Adrar, les techniques de préparation du sol doivent faire l'objet d'une attention particulière. Les moyens utilisés sont souvent mal exploités, car non adaptés. En effet les outils aratoires sont de faible largeur de travail, imposée par la faiblesse de la puissance des tracteurs.

Les possibilités qu'offre cette région doivent orienter les agriculteurs vers l'introduction de nouvelles techniques de préparation du sol, telles que : le travail minimum et même les semis directs, au niveau de certaines surfaces. Pour ce faire, l'introduction de nouvelles machines de grandes capacités de travail (grande largeur de travail), est nécessaire.

Certaines précautions doivent cependant être prises, entre autres :

1- Pour ce qui est de la culture, la propreté des semences pour éviter, comme il a été constaté, une infestation de mauvaises herbes au niveau de certains pivots et ce, dès la troisième campagne.

2- Les caractéristiques physico-mécaniques et chimiques des sols sableux, et à très forte charge (caillouteux), doivent faire l'objet d'un intérêt particulier, pour éviter une usure prématurée des pièces travaillantes des outils aratoires et des mécanismes de fonctionnement des machines agricoles.

Nous préconisons :

- Un épierreage pour diminuer la charge, tout en améliorant la texture du sol.
- Un amendement humique ; par l'introduction d'un élevage au niveau des exploitations agricoles.
- L'introduction de nouvelles spéculations, particulièrement fourragères
- La conception de nouvelles formes de pièces travaillantes.

La qualité du sol étant très dépendante du taux de matière organique, un programme de recherche sur l'amendement et l'amélioration des caractéristiques physico-chimique des sols des régions sahariennes est à mettre en place.

Références bibliographiques

- Talamali L.** 2000 : La libéralisation du marché des céréales en Algérie. Actes du premier symposium international sur la filière blé, 2000 : Enjeux et stratégie, Alger 7-9 février, pp 11-19.
- Malki M.** et **Redjel N.**, 2000 : Produire du blé dur et/ou conserver l'écosystème ? Standardisation des politiques, comportement des agriculteurs et dégradation de l'écosystème. ITGC, El-Harrach, HCDS, Tébessa : Actes du premier symposium international sur la filière blé 2000 : Enjeux et stratégie, Alger 7-9 février, pp 39-47
- Daoud Y., Halitim A.**, 1994 : Irrigation et salinisation au Sahara Algerien. Revue Secheresse, Vol. 5 N° 3, Septembre. pp 150-160.
- Maertens** et *al.*, 2001 : Système racinaire des cultures annuelles tropicales : effet du travail du sol sur les racines. in **Chopart**, 1974.
- Charreau C., Nicou R.**, 1971 : Amélioration du profil cultural dans les sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche ouest-africaine et ses incidences agronomiques. *L'Agronomie Tropicale*. N° 209-255, N°5 565-631, N° 9 903-978, N° 11 1184-1247.
- Nicou R.**, 1977 : Le travail du sol dans les terres exondées du Sénégal. Motivations, contraintes. Doc. Mult. ISRA, CNRA, Bambey, Sénégal. 52 p.
- Nicou R.**, 1974 : Contribution à l'étude et à l'amélioration de la porosité des sols sableux et sablo-argileux de la zone tropicale sèche. Conséquences agronomiques. *L'Agronomie Tropicale* 29, 1100-1127.
- Harrad F.** 2003 : Contribution à l'établissement d'un itinéraire technique pour la mise en place du blé dans les zones sahariennes (Adrar). *Thèse de magister*.

DEVELOPPEMENT DES ENERGIES RENOUVELABLES DANS LES ZONES ARIDES SAHARIENNES : REALITES ET PERSPECTIVES

Boucekima B.¹, Bechki D., Tekha M., Bouguettaia H., Boughali S., Babi Y.
Laboratoire de Développement des Energies Nouvelles et Renouvelables dans les Zones Arides Sahariennes LENREZA. Université de Ouargla. BP.511 30 000 Ouargla Algérie
Tel/Fax : 213 29717081

¹ email : bbachir@hotmail.com - email : boucekima@ouargla-univ.dz

RESUME

Les énergies renouvelables sont propres, gratuites et inépuisables ; mais elles sont limitées en puissance disponible. Elles existent sous les formes suivantes : énergie solaire (thermique et photovoltaïque), énergie éolienne, géothermie et énergie issue de la biomasse (biogaz et autres).

Dans les régions arides sahariennes, la moyenne d'ensoleillement est de plus de 3 000 h/an ; mais une carence énergétique règne dans ces zones, par manque de moyens disponibles pour l'approvisionnement en eau potable, pour l'alimentation en électricité, pour le pompage de l'eau, pour le séchage des produits agroalimentaires, pour la réfrigération, pour la cuisine solaire, etc.

Le potentiel en énergies renouvelables est largement suffisant pour assurer le fonctionnement optimal de n'importe quelle technologie relative à ce type d'énergie, qui peut donc jouer un rôle primordial dans le développement de ces zones.

La source et la nature de ces énergies, la garantie de leur approvisionnement et leur distribution équitable, ainsi que leur impact environnemental sont les points essentiels pour les chercheurs, les utilisateurs, les consommateurs, les décideurs, ainsi que les institutions financières.

Les moyens scientifiques et techniques de stockage de l'énergie solaire (électricité, chaleur, séchage, etc.), ajoutés aux possibilités d'usage de l'énergie au fil du soleil permettant le stockage, non plus de l'énergie, mais de certains produits, comme l'eau ou les aliments séchés, prédestinent cette source du solaire à un avenir fiable et adéquat pour l'autosuffisance énergétique du monde rural de ces régions arides.

Mots clés : *Énergies renouvelables ; solaire ; géothermie ; biomasse ; éolien ; photovoltaïque ; stockage d'énergie ; cuisine solaire ; réfrigération.*

1. Introduction

L'énergie renouvelable se définit comme toute source d'énergie, dont le taux de disponibilité pour une période indéfinie dépasse le taux de consommation.

Au cours des décennies à venir, les sources d'énergie renouvelables vont fort probablement représenter une part croissante de l'énergie propre et sûre produite dans le monde. Dans le secteur des transports, la combinaison d'un programme de biocarburants bien conçu et de gains d'efficacité, pourrait réduire considérablement la dépendance quasi totale de beaucoup de pays, par rapport au pétrole. Dans le secteur de l'approvisionnement en électricité, il existe des technologies liées aux sources distribuées d'énergie éolienne, géothermique et solaire, aux petites centrales électriques et à la biomasse. Les grosses installations centralisées (centrales hydroélectriques ou géothermiques, éoliennes, centrales alimentées à la biomasse), peuvent elles aussi représenter une alternative non négligeable aux centrales thermiques nucléaires ou à combustibles fossiles. Les sources d'énergie renouvelables distribuées ou centralisées sont accessibles à des coûts de plus en plus concurrentiels dans de nombreuses régions.

L'adoption plus systématique de sources d'énergie renouvelables, réduirait par ailleurs la pollution atmosphérique, limiterait les risques de changement climatique, permettrait d'économiser de l'énergie. Dans les régions arides et semi arides désertiques, l'intégration de ces énergies permettra d'améliorer les conditions de vie de la population à travers les multiples applications, telle que : le dessalement des eaux saumâtres pour l'approvisionnement en eau potable, le pompage photovoltaïque de l'eau, l'électrification rurale, le chauffage de l'eau, le séchage solaire des produits, la cuisine solaire, la réfrigération solaire, la production de biogaz, ...

2. Intégration des énergies renouvelables

Les énergies renouvelables utilisent des sources inépuisables d'énergie d'origine naturelle : rayonnement solaire, vents, cycles de l'eau et du carbone dans la biosphère, flux de chaleur interne de la Terre, effets de l'attraction lunaire et solaire sur les océans. Certaines sources d'énergies renouvelables se trouvent d'ailleurs à la charnière de la définition entre énergie de flux et énergie de stocks. Ainsi certains gisements de ressources géothermales peuvent-ils être exploités seulement durant quelques dizaines d'années, alors que leur reconstitution peut prendre un délai bien supérieur. De même, les gisements de végétaux, en tout début de processus de fossilisation, nécessiteront plusieurs milliers d'années pour être à nouveau exploitables. Enfin, on englobe aussi dans les énergies renouvelables les flux de déchets de l'activité économique, qui peuvent donner lieu à une valorisation énergétique : déchets de l'agriculture et de l'exploitation forestière, part combustible ou fermentescible des déchets industriels et des ordures ménagères.

La diversité de ces sources d'énergie se retrouve aussi dans la variété des produits et vecteurs énergétiques qu'elles permettent de fournir : énergie thermique, combustibles solides, liquides et gazeux, électricité. Cette variété permet aux énergies renouvelables de pénétrer le marché des produits et des services énergétiques de tous les secteurs économiques : agriculture et industrie, habitat et tertiaire, transports. Cette pénétration peut se faire par le biais de l'accès aux réseaux de distribution et de commercialisation de chaleur, de gaz, d'électricité et de carburants, ou directement par le biais d'applications décentralisées : chaudières à bois et chauffage solaire intégrés à chaque bâtiment, coopératives pour la production de biogaz, électrification rurale décentralisée par petits aérogénérateurs et systèmes photovoltaïques, pompes solaires pour l'alimentation de villages, etc. Cette possibilité d'application décentralisée représente une opportunité irremplaçable pour amener le minimum de services énergétiques modernes (l'eau potable, l'électricité pour les besoins domestiques et communautaires de base : éclairage, éducation, santé, télécommunications, développement de l'agriculture, chauffage, conservation des produits, ...) dans les régions arides désertiques des pays en voie de développement, où les réseaux conventionnels de distribution d'énergie ne pénétreront pas avant des décennies et où l'utilisation de petits diesels se heurterait rapidement à des problèmes de coût d'approvisionnement et de nuisances locales.

Ainsi, comme toutes les ressources énergétiques, les énergies renouvelables doivent être intégrées dans les zones arides désertiques, pour mettre à la disposition des populations des services énergétiques : éclairage, chauffage, cuisine, eau potable, force motrice pour la production de biens et de services, communication, ...

Or, malgré le fait qu'elles soient inépuisables, et pour la plupart d'accès gratuit, ces énergies nécessitent pour être exploitées, des ressources en capital, en matières premières et en main-d'œuvre. Leur exploitation rationnelle doit donc se concevoir comme le couronnement d'une démarche globale de maîtrise de l'énergie, qui comporte plusieurs principes : la priorité aux services énergétiques, l'efficacité énergétique, le respect de l'environnement dans le cadre du développement durable.

3. Avantages et inconvénients des énergies renouvelables

La lutte contre les changements climatiques, engagée depuis les accords de Kyoto en 1997, et confirmée à Marrakech, est associée, dans l'esprit de tous, au développement des énergies renouvelables et à l'accroissement de l'efficacité énergétique. Pour autant, la lutte contre les émissions de gaz à effet de serre, n'est qu'un aspect du développement durable dans le domaine de l'énergie. Celui-ci suppose aussi un accès aux ressources, sans épuisement de celles-ci et sans dommage immédiat ou futur pour l'environnement, et un accès qui respecte l'équité. Nous sommes sur une planète où un être humain sur trois n'a pas d'accès suffisant aux ressources énergétiques, et dans un monde où le budget énergie et transport, pèse lourdement sur les plus défavorisés.

L'efficacité énergétique et les sources d'énergies renouvelables, fortement génératrices d'emploi local, incitent à la création de PME-PMI, permettent d'augmenter la productivité des entreprises, développent les industries d'équipement, renforcent les capacités d'exportation, diminuent les dépenses inévitables des ménages, consolident un aménagement et un développement durable du territoire, participent à la protection et à l'amélioration de l'environnement, assurent l'indépendance énergétique, diminuent la facture énergétique et permettent de respecter les engagements internationaux, notamment dans le cadre de la lutte contre les changements climatiques. Ce sont tous ces avantages qui poussent à promouvoir et à développer ces sources d'énergie.

Bien entendu, aucune filière énergétique ne peut se prévaloir de ne présenter aucun inconvénient. En termes d'environnement, l'impact des énergies renouvelables est faible, mais pas nul. A tout le moins doit-il être relativisé face aux impacts connus des filières énergétiques fossiles ou fissiles. Les problèmes sont connus : impact paysager pour l'énergie éolienne, émissions atmosphériques pour certaines utilisations du bois combustible, risque de contaminants dans le biogaz de décharge, perturbation de l'écosystème local pour la petite hydraulique, ... Cependant, la controverse la plus souvent soulevée est celle de l'occupation des sols ; et certains ne manquent jamais, par exemple, d'évoquer les superficies énormes qu'il faudrait couvrir d'éoliennes pour atteindre la puissance d'une centrale nucléaire n'occupant que quelques hectares. C'est effectivement un facteur limitant, lorsque l'on imagine certains usages énergétiques massifs de la biomasse par exemple, face aux impératifs de production alimentaires.

Un autre inconvénient notable de certaines énergies renouvelables est l'intermittence de leur disponibilité ou, pour le dire autrement, le fait qu'il soit impossible de garantir la puissance fournie. C'est en particulier le cas de l'énergie solaire, qu'elle soit thermique ou photovoltaïque, et de l'énergie éolienne. Notons qu'avec les progrès de la météorologie, la fourniture devient de plus en plus prévisible, mais reste intermittente. De plus, en matière de production électrique, le foisonnement des installations, s'il ne résout pas le

problème de l'intermittence locale, en amortit sensiblement les effets au niveau du réseau national et plus encore, à celui du réseau interconnecté, qui est l'échelle à laquelle il va falloir désormais considérer l'équilibre entre l'offre et la demande. Le handicap est moindre avec l'énergie hydraulique, dont les variations se mesurent sur une saison ou une année et qui peut pour partie se stocker dans les barrages. La biomasse, en revanche, peut se stocker sur pied ou après récolte, sur des périodes qui dépendent des saisons et des conditions de conservation ou, évidemment, sous forme de biocarburants. Quant à la géothermie, elle est disponible en permanence, du moins à l'échelle humaine du temps. Au-delà de ces formes de stockage, les progrès dans les techniques de stockage de l'énergie, de l'électricité, de la chaleur ou sous forme de nouveaux vecteurs énergétiques, comme l'hydrogène, devraient revêtir à l'avenir, une importance capitale et seront certainement des thèmes de recherche prioritaires dans les prochaines années.

4. Les énergies renouvelables en Algérie

Le four solaire d'Alger, cette réalisation prestigieuse de plus de 40 tonnes, et dont la hauteur atteint près de 9 m, a été étudié et construit par la Société des anciens établissements Sautter-Harle, sous la direction de Touchais M. en 1954.

De même en 1942 à l'Institut agricole d'Algérie (INA aujourd'hui), une équipe de chercheurs a mis en place une installation de digestion anaérobie (digesteur) pour la production de biogaz à partir du fumier et du purin pour alimenter les cuisines et les laboratoires de l'institut. En 1953, une éolienne (aérogénérateur) a été installée à Adrar par les services de l'hydraulique, développant une puissance de 25 Cv, et destinée à l'irrigation d'un périmètre agricole. Ce type d'éolienne n'existait qu'en trois exemplaires dans le monde (Allemagne, Argentine et Algérie). Récemment, une équipe de chercheurs algériens s'est attelée à la remettre en marche avec succès. Dans le domaine de la distillation solaire, il faut se rappeler que Cyril Gomella, vers la fin des années cinquante, avait installé et expérimenté des distillateurs solaires de type serre, pour dessaler les eaux saumâtres dans certaines villes du sud Algérien : Biskra, El Oued, Touggourt, ... L'équipe des Pr R. Ouahes et P. Le Goff ont breveté en 1985 le distillateur solaire à film capillaire, dont plusieurs prototypes ont été expérimentés à Nancy (France), puis à Touggourt et Ouargla (sud d'Algérie). De nombreuses réalisations et autres installations solaires ont été implantées à travers le territoire national durant la période coloniale ; ce qui justifie l'importance et l'énorme potentiel solaire dont jouit l'Algérie. Durant les années 1980, un effort méritoire était déployé par l'ex-Commissariat aux énergies nouvelles (CEN) et l'ex Haut Commissariat à la recherche (HCR) pour redynamiser les énergies renouvelables en Algérie. Une mobilisation accrue des ressources humaines et financières a permis de mettre en œuvre des projets d'envergure tels que le balisage de la piste Bordj Badji Mokhtar-Reggane (1986) et surtout le programme Grand Sud (1988). Celui-ci consistait à doter les wilayas de cette région d'installations solaires : chauffage de l'eau sanitaire, pompage de l'eau, distillation, électrification, relais de télécommunications, ... et bien d'autres applications de dessalement solaire (unités de la wilaya de Tindouf), biomasse (production de biogaz) et de géothermie (chauffage des serres agricoles dans le Sud Est Algérien). Durant la même période, dans le cadre de la coopération algéro-belge, une mini centrale solaire photovoltaïque de 100 KW était réalisée à Melouka (Adrar).

Sonelgaz a procédé à l'électrification solaire par voie photovoltaïque de 20 villages au sud du pays et 16 autres sont programmés.

L'architecture institutionnelle des structures permanentes activant dans le secteur des énergies renouvelables se résume au centre de développement des énergies renouvelables CDER et ses unités de recherche (Ghardaïa, Tipaza et Adrar). De même l'unité de développement de la technologie du silicium à Alger est un maillon important de cet édifice organisationnel ; elle est spécialisée dans le domaine des matériaux solaires photovoltaïques.

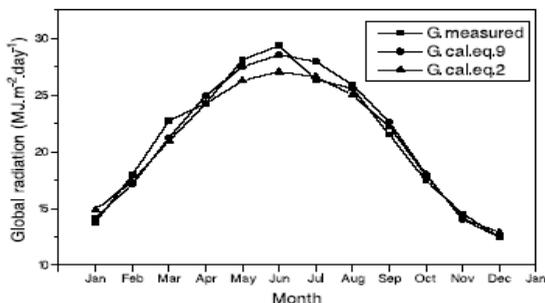
Il existe aussi plusieurs laboratoires au sein des universités qui sont pleinement versés dans la recherche et le développement des énergies renouvelables. On peut citer entre autres : Batna, Tlemcen, Bab Ezzouar, Blida, Ouargla, ... D'autres structures opérant dans le domaine des énergies renouvelables existent : l'Agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie, la direction des énergies nouvelles et renouvelables (ministère de l'Énergie et des Mines) et enfin la New Energy Algeria (NEAL), qui est une société par actions, Sonatrach et Sonelgaz à raison de 45 % chacune et le groupe privé SIM à hauteur de 10 %. Un projet de grande envergure, consistant en la réalisation d'une centrale électrique hybride solaire-gaz de 150 Mw, avec une contribution solaire de 30 %, est en cours d'études. Le site est choisi dans une région aride entre Ghardaïa et Hassi Rmel. C'est un projet piloté par la NEAL. Il faut noter les efforts entrepris par le Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement pour la promotion et la diffusion des dispositifs solaires, dans un souci de préservation de l'environnement et d'impératifs d'aménagement du territoire.

Du point de vue législatif et réglementaire, les textes relatifs à l'introduction, à la généralisation et à l'amorce du processus d'intégration des énergies renouvelables en Algérie, notamment les zones arides et semi arides, on peut citer la loi 99-09 du 28 juillet 1999, relative à la maîtrise de l'énergie ; la loi 01-20 du 12 décembre 2001, relative à l'aménagement et au développement durable du territoire ; la loi 02-01 du 5 février 2002, relative à l'électricité et à la distribution du gaz par canalisation (articles 9, 21, 26, 28, 95, 97, 98, 128 et 178) ; la loi 03-10 du 19 juillet 2003, relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ; le décret exécutif 04-92 du 25 mars 2004, relatif aux coûts de diversification de la production d'électricité et enfin la loi du 14 Août 2004, relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable. Le décret du 25 mars 2004 stipule clairement la prise en charge des surcoûts découlant de la production d'électricité à partir des énergies renouvelables. Il est attribué aux producteurs d'électricité à partir de ces sources une prime pour chaque kwh produit, commercialisé ou consommé, selon les sources des énergies renouvelables exploitées : solaire thermique ou énergie photovoltaïque, éolienne, géothermique, biomasse, hydraulique et cogénération.

5. Le potentiel solaire

L'Algérie dispose, de par sa situation géographique, de l'un des gisements solaires les plus élevés au monde. La durée d'insolation sur la quasi-totalité du territoire national dépasse les 2 000 h/an, et peut atteindre les 3 000 h dans les Hauts Plateaux et le Sahara. L'énergie reçue quotidiennement, sur une surface horizontale de 1 m², est de l'ordre de 5 kw/h sur la majeure partie du territoire national ; soit près de : 1 700 kw/h/m²/an au Nord, et 2 263 kwh/m²/an au Sud. La moyenne de l'éclairement solaire est de 6 kwh/m² dans le Grand Sud et entre

4 et 5 kWh/m² dans les autres régions. On estime la puissance énergétique à base d'énergie solaire installée en Algérie à 1,2 Mw. Malgré les efforts reconnus d'extension maximale du réseau électrique conventionnel vers les zones rurales, un obstacle de taille demeurera, compte tenu de la situation géographique de l'Algérie, constituée des 4/5^{èmes} du territoire par des zones arides et une faible densité de populations très éparées. A partir des années 1970, un programme d'électrification a été lancé ; il a atteint un taux de 95 %. Les 5 % restants ont comme principales caractéristiques d'être de faibles consommations, éparées, d'accès difficiles, situés dans des régions enclavées et leur électrification par les voies classiques restera longtemps onéreuse. Malheureusement, lorsqu'on évoque cette alternative qu'est l'énergie photovoltaïque, quasiment tout le monde pense aux coûts d'investissement d'une installation avec l'idée que cela coûte trop cher. Ce cliché, qui colle à cette source d'énergie, ne prend pas en compte la somme de services et de bien-être que procurent ces installations à des populations enclavées, sans omettre que, si au départ les coûts sont élevés, leur amortissement peut être fait rapidement sans agression environnementale. Le bilan établi à la fin de 1993 de l'électrification rurale de type classique, par extension du réseau national électrique, donnait des résultats appréciables en termes d'investissements physiques et financiers, et en nombre de foyers électrifiés ; néanmoins les centres qui restent à électrifier sont à présent caractérisés par deux éléments dominants : l'isolement et la dispersion de l'habitat. Afin d'assurer l'équilibre régional et la suppression des disparités entre les villes et les campagnes et dans le but d'atteindre une meilleure couverture électrique du pays, il y a lieu de rechercher des solutions d'électrification alternatives, qui permettront de réaliser ces investissements au moindre coût.



The measured and calculated values of global solar radiation (Beni Abbas).

6. Utilisation directe de l'énergie solaire

L'énergie solaire permet d'assurer des conditions de température favorables à la vie et anime les cycles de l'eau, des vents et du carbone dans la biosphère. Mais elle peut aussi être utilisée directement pour produire de la chaleur à différents niveaux de température, pour divers usages : chauffage et climatisation de locaux, séchage de produits agricoles, production d'eau chaude et de vapeur, production d'électricité par le biais de cycles thermodynamiques. La production d'électricité peut être aussi obtenue directement par la conversion photovoltaïque de l'énergie solaire, au moyen des photopiles (appelées aussi cellules solaires : solar cell).

Le flux solaire incident en dehors de l'atmosphère est en moyenne de 1367 w/m². L'énergie reçue par la Terre en un an est donc de 5,54 10²⁴ joules,

dont 30 % sont réfléchis et renvoyés dans l'espace, 23 % utilisés pour le cycle évaporation précipitation de l'eau et moins de 1 % pour le cycle du carbone, des vents et des courants. Le reste est absorbé par l'air, les continents et les océans et transformé en chaleur ; ce qui représente plus de 62 000 Gtep/an (1 tep = 42 10⁹ J) ; soit : plus de 6 000 fois la consommation mondiale d'énergie primaire.

Pour toutes les applications directes de l'énergie solaire, le gisement solaire local doit être caractérisé soigneusement, puisqu'il présente des variations géographiques et saisonnières importantes. On dispose pour cela d'atlas solaires détaillés, de banques de données et de logiciels de calcul et de simulation. Ce n'est que dans des cas très spécifiques, qu'il est nécessaire de procéder préalablement à des campagnes de mesures du gisement, par exemple en cas de possibilités de microclimats très accentués, ou de projets de centrales solaires à concentrateurs où la connaissance fine de la répartition entre rayonnement direct et le rayonnement diffus est nécessaire.

7. Applications thermiques à basse température de l'énergie solaire

Le dispositif de base utilisé pour capter l'énergie solaire est le capteur solaire plan à effet de serre. Cet effet de serre est créé par la face avant, qui est transparente au rayonnement visible et du proche infrarouge correspondant à l'énergie solaire directe ou diffuse, mais qui est opaque au rayonnement infrarouge lointain émis par l'absorbeur, qui s'est échauffé après avoir reçu le rayonnement solaire. Comme les autres faces du capteur sont soigneusement calorifugées, l'énergie incidente se trouve ainsi piégée, et la température à l'intérieur du capteur s'élève jusqu'à ce qu'un équilibre s'établisse entre l'énergie solaire incidente, les pertes thermiques et le soutirage de chaleur utile, que l'on effectue par le biais d'un fluide caloporteur (eau ou air), que l'on fait circuler contre ou à l'intérieur de l'absorbeur. Le paramètre principal d'un capteur solaire est son rendement, qui dépend de ses performances optiques (transparence de la face avant, coefficient d'absorption élevé et coefficient d'émission faible de l'absorbeur) et thermique (faible coefficient de pertes thermiques). Les rendements instantanés des capteurs solaires diminuent lorsque leur température moyenne d'utilisation augmente. Pour ces applications optimisées, les rendements moyens annuels des systèmes solaires thermiques sont de l'ordre de 30 à 40 %.

7.1. La biomasse



▲ FIGURE 15-22 *Biogas power.* Animal wastes are introduced to this unit in rural India and mixed with water. The wastes then decompose under anaerobic conditions, producing biogas.

La biomasse est formée de l'ensemble des organismes vivants sur les continents et dans les océans, qu'ils soient des micro-organismes, des plantes ou des animaux.

Cependant, son exploitation énergétique concerne principalement les plantes et les arbres. Grâce à la photosynthèse, mettant en jeu les molécules de chlorophylle, les plantes utilisent l'énergie solaire pour décomposer l'eau qu'elles contiennent dans leurs cellules et le gaz carbonique de l'atmosphère pour les transformer en matières végétales, principalement des hydrates de carbone (sucres) et de la cellulose. Ces matières végétales, pour la plupart, se décomposent par oxydation, soit directement en présence de l'oxygène de l'air, soit après avoir été ingérées et digérées par des animaux, qui opéreront cette transformation lors de leur respiration, avec, dans les deux cas, comme sous-produits de l'énergie thermique, du gaz carbonique et de l'eau.

Une très petite partie de la biomasse sera décomposée par fermentation anaérobie (hors de la présence d'oxygène, par exemple dans l'eau des marais) et formera du méthane. Enfin, une infime partie sera transformée en tourbe, en quelques milliers d'années, et une partie encore plus infime sera transformée en charbon et en hydrocarbures, en plusieurs dizaines ou centaines de millions d'années. Lorsque nous utilisons de la biomasse à des fins énergétiques, soit directement sous forme de biocombustibles comme le bois, soit après l'avoir transformée en biogaz (mélange de méthane, d'un peu de CO₂ et d'autres gaz) ou en biocarburants, le CO₂ émis lors de la combustion ou de l'oxydation sera refixé par les plantes lors de leur croissance, à condition que l'on prenne la précaution d'équilibrer la croissance de biomasse par plantations et les prélèvements à usages énergétiques. Par ailleurs, les plantes ne contenant pratiquement pas de soufre, leur combustion ne libère pas de dioxyde de soufre, susceptible de se transformer en acide sulfurique et de donner lieu au phénomène des pluies acides. Le recours à la biomasse pour des usages énergétiques en remplacement de combustibles fossiles présente donc des avantages importants pour l'environnement local, régional et planétaire. Le potentiel actuel de la forêt en Algérie est évalué à environ 37 Millions de TEP (tonnes équivalent pétrole). Le potentiel récupérable est de l'ordre de 10 %. Le potentiel énergétique des déchets urbains et agricoles est évalué à 5 Millions de tonnes de déchets urbains et agricoles qui ne sont pas recyclés. Ce potentiel représente un gisement de l'ordre de 1,33 Millions de TEP/an.

7. 2. La géothermie

L'intérieur du globe terrestre émet un flux de chaleur provenant de son refroidissement résiduel et de la radioactivité de certains corps (uranium, thorium, potassium, etc.). Il en résulte un flux moyen de : 60 W/m² à la surface. Ce flux est donc bien inférieur à celui de l'énergie solaire, auquel est soumise la Terre (340 w/m², en moyenne). Cependant, dans certaines zones, ce flux peut s'élever à 200 w/m² et créer une accumulation de chaleur dans des aquifères que l'on peut exploiter industriellement. Le rythme d'exploitation est toujours supérieur aux apports du flux de chaleur, et l'on doit donc veiller à ne pas trop densifier les zones d'exploitation qui mettront des dizaines ou des centaines d'années à se reconstituer. Le gradient vertical de température est un paramètre primordial, compte tenu du fait que le coût des forages croît très rapidement avec la profondeur. Un gradient minimal de 0,025° C/m est requis, mais des gradients de l'ordre de 0,12° C/m sont possibles localement. Selon la qualité de la ressource géothermale, différentes applications peuvent être développées : la géothermie à basse température (de 50 à 100° C) est utilisée principalement pour le chauffage de locaux, *via* des réseaux de chaleur, et de façon plus marginale pour le chauffage de serres ou l'aquaculture.

En 1995, la puissance installée mondiale était de 4,1 Gw thermiques, dont 270 Mw en France, où l'équivalent de 200 000 logements sont chauffés par des réseaux de chaleur, alimentés par soixante-six installations. On peut aussi rattacher à cette géothermie l'utilisation de pompes à chaleur utilisant des nappes phréatiques à faible profondeur ou des sondes géothermales, forages de 50 à 100 m, permettant de récupérer des calories du sol pour chauffer une habitation.

La géothermie à haute température permet de produire de l'électricité, soit par détente directe de vapeur si les températures sont suffisantes (170 à 200° C à Larderello en Italie, près de Pise, ou dans les champs des geysers en Californie), soit par le biais de l'évaporation d'un fluide organique si les températures sont insuffisantes (de 120 à 170° C). En 1995, la puissance installée mondiale était de : 6,9 Gw, et de : 9 Gw en l'an 2000. Lorsque l'on dispose d'une source de chaleur (de 170 à 220° C), à moins de 5 km de profondeur, mais qu'il n'y a pas de nappe phréatique permettant son exploitation, comme dans le cas des socles granitiques, on peut créer artificiellement une circulation d'eau entre deux forages par fracturation hydraulique préalable.

C'est le concept de roches chaudes et sèches, qui fait l'objet d'un programme pilote européen à Soultz, en Alsace. Les essais d'injection et de circulation d'eau devaient débiter en 1997. Ils permettront de préciser si l'étape suivante, consistant à exploiter et à valider sur une plus longue période l'échangeur de chaleur ainsi créé, peut être engagée.

En Algérie, il existe plusieurs sources géothermales, notamment dans le sud. Un tiers (33 %) d'entre-elles ont des températures variant de 50 à 110° C : c'est la basse énergie.

L'exploitation de cette énergie peut servir pour le développement de l'agriculture sous serre (chauffage de serres) et le chauffage des habitations (plancher solaire). Actuellement, il existe plusieurs ha de serres chauffées par géothermie au sud d'Algérie : Biskra, Ouargla et Touggourt.

7.3. Le dessalement solaire de l'eau

Le procédé de dessalement solaire est une bonne solution pour approvisionner en eau potable les populations rurales des zones arides, étant donné que les eaux souterraines de ces régions sont des eaux saumâtres.

Des prototypes de distillation solaire de l'eau (distillateurs solaires) ont été expérimentés dans certaines régions.

Les résultats sont satisfaisants et encourageants pour appliquer et généraliser ce procédé à toute la population des zones arides (échelle familiale).

7.4. Autres applications

Dans les zones arides sahariennes, d'autres applications thermiques peuvent être efficaces et rentables, telles que : le séchage des produits agroalimentaires périssables en surproduction et aussi les plantes médicinales, la cuisine solaire, le chauffage solaire de l'eau, ...

Le rôle des femmes pour ces diverses applications est très important pour remplacer les méthodes traditionnelles de séchage non maîtrisées et moins efficaces.

Leurs interventions dans le domaine des applications des énergies renouvelables sont bénéfiques, étant donné que ces énergies sont propres et gratuites, et que leur exploitation permet d'améliorer les conditions de vie des populations dans ces contrées.

8. Applications photovoltaïques de l'énergie solaire

Le rayonnement solaire, aussi bien direct que diffus, peut être converti directement en électricité, sous forme de courant continu au moyen des photopiles, sans avoir ainsi besoin de recourir à un cycle thermodynamique. Les systèmes photovoltaïques, sont donc particulièrement simples, puisque, à l'inverse des centrales électriques thermiques conventionnelles ou solaires, ils ne comportent ni fluides à haute température et sous pression, ni pièces tournantes, ni la nécessité de la présence d'une source froide consommant de l'eau.



L'installation, l'utilisation, l'entretien et la maintenance des systèmes photovoltaïques sont donc particulièrement simples, et l'expérience acquise maintenant sur des centaines de milliers de systèmes, a effectivement montré qu'avec un minimum de formation initiale, aussi bien les utilisateurs que les petites et moyennes entreprises PME-PMI, ou les artisans locaux chargés de l'installation, de l'entretien et de la maintenance, s'approprient aisément cette technologie, aussi bien dans les pays industrialisés que dans les pays en développement. Par ailleurs, du fait de leur modularité, les systèmes photovoltaïques sont particulièrement bien adaptés à la production décentralisée d'électricité et à la fourniture de services énergétiques de base en sites isolés : électrification rurale dans les zones arides (pour les besoins domestiques et les besoins communautaires : centres de santé, écoles, etc.), pompage de l'eau, réfrigération, télécommunications, etc. Ils constituent donc une solution de choix pour les populations rurales des pays en développement qui ne pourront pas être reliées avant des décennies, voire des générations, aux réseaux électriques conventionnels. Dans ces applications, plus que le coût du kilowattheure, c'est le coût du service énergétique rendu qui est important. On constate que le kit de deux modules de 100 wc (le watt crête est la puissance fournie par un module photovoltaïque soumis aux conditions normalisées d'essai : éclairement énergétique de 1 000 w/m², température des cellules de 25° C, répartition spectrale normalisée), donnant accès à l'éclairage et à une petite télévision, coûte moins cher, en valeur moyenne, que le raccordement au réseau électrique pour un abonné en zone rurale des pays en développement. La clé de la diffusion à grande échelle de ces équipements réside dans la mise à disposition de crédits adaptés auprès des familles concernées : seules quelques familles des pays en développement peuvent acheter cash un petit kit. Un système de subventions à l'investissement est nécessaire ; tout comme dans les pays industrialisés, où l'électrification rurale est subventionnée.

L'Algérie, qui dispose d'un gisement solaire des plus élevés au monde, s'est lancée dès les années 1990 dans des projets d'expérimentation dans la région du sud, pour arriver quelques années plus tard à concrétiser un programme ambitieux d'électrification rurale solaire photovoltaïque. Ce programme a été réalisé par Sonelgaz, plus précisément par les ingénieurs du Centre de Recherche et de développement de l'électricité et du gaz. A cet effet, 20 villages du Sud, à nombre de foyers réduits, caractérisés par leur isolement et leur éloignement de tout réseau de communication, ont été ainsi électrifiés à l'énergie solaire, grâce à ce programme. Leur alimentation en électricité par les filières classiques (diesel ou réseau) aurait posé, en plus des coûts de réalisation excessifs, un véritable problème d'acheminement du combustible. Dans le cas de l'utilisation du réseau électrique, des difficultés certaines auraient également surgi, notamment lors des travaux de maintenance des lignes électriques aériennes. Les villages concernés par ce programme sont tous situés à l'extrême sud du pays. Il s'agit de petites localités éparpillées sur les territoires des wilayas de Tamanrasset, Adrar, Tindouf et Illizi. Les premiers foyers bénéficiaires de cette énergie solaire photovoltaïque, dont la mise en service remonte à 1998/99, sont ceux des villages enclavés de Moulay Lahcen, In Delagh, Tahifet, Arak et Gara. Au total, ce sont pas moins de 906 foyers qui ont été ensuite alimentés en électricité produite par des installations comprenant, entre autre, un certain nombre de modules photovoltaïques, des batteries et des onduleurs. Selon les explications du chef du projet en question, « ... la consommation par foyer est estimée entre un minimum d'environ 1,5 kwh/j et un maximum de 2 kwh, représentant la consommation de 5 lampes néon, 1 réfrigérateur, un téléviseur et un ventilateur. Cependant, le regroupement des foyers permet, avec le foisonnement des charges, de satisfaire certaines périodes de pointe de consommation. Le coût global du programme a été évalué à 77 milliards de centimes, dont 55 % représentent la part du matériel importé », ajoute-t-il. Cette électrification a permis une dynamique de sédentarisation des populations, un plus grand peuplement des régions désertées et un accès massif au réseau électrique, par la mise à disposition de l'énergie électrique à plus de 82,3 % des maisons construites en dur.

D'autres installations d'électrification rurale et de pompage photovoltaïque seront réalisés d'ici quelque temps dans plusieurs localités isolées du sud algérien et ce, dans le cadre de projets euroméditerranéens, en vue du développement durable.

9. L'énergie éolienne

L'énergie éolienne est l'énergie cinétique de l'air en déplacement dans une veine de vent. Sa transformation en énergie mécanique se fait au moyen d'éoliennes. Lorsque ces éoliennes sont équipées d'un générateur électrique, on les appelle des aérogénérateurs. Plusieurs de ceux-ci peuvent être regroupés sur un même site pour former un parc d'aérogénérateurs constituant une centrale éolienne, appelée aussi une ferme éolienne.

L'énergie éolienne, sous la forme d'électricité produite par des aérogénérateurs sur les grands réseaux électriques interconnectés, est actuellement la source d'énergie primaire qui croît le plus rapidement dans le monde. En effet, la puissance installée du parc mondial d'aérogénérateurs a été multipliée par cinq, depuis 1990, pour atteindre les 10 gigawatts au début de 1999 ; ce qui représente une croissance annuelle moyenne de 22 % depuis le début des années 1990.

Toutes ces applications de l'énergie éolienne doivent prendre en compte les spécificités du gisement éolien. En effet, le vent a des caractéristiques extrêmement variables : sa direction et sa vitesse varient d'un site à un autre, les caractéristiques du vent (sa vitesse, sa nature : vent de sable, ...).

La production d'une installation éolienne dépend très fortement de la qualité du gisement éolien disponible, c'est-

à-dire de la vitesse annuelle moyenne du vent à la hauteur du moyeu, et un soin particulier doit être apporté au choix du site d'implantation et à la détermination des caractéristiques du gisement éolien local. Différents outils sont disponibles à cet effet : des atlas éoliens peuvent servir à prédéterminer les régions suffisamment ventées ; l'examen des mesures sur une longue période d'une station météorologique voisine et des logiciels appropriés permettent d'extrapoler les caractéristiques du vent du site étudié, en prenant en compte le relief et les conditions d'implantation locales ; une campagne de mesures d'au moins six mois sur le site étudié, est indispensable.



En Algérie le régime du vent modéré est de : 2 à 6 m/s. Ce potentiel énergétique convient parfaitement pour le pompage de l'eau, particulièrement sur les Hauts Plateaux (régions semi arides), et même dans certaines régions du sud d'Algérie (régions arides).

Conclusions

La promotion et le développement des énergies renouvelables en Algérie s'inscrivent dans un cadre de développement durable. Celui-ci a pour objectifs : la protection de l'environnement en favorisant le recours à des sources d'énergie non polluantes, la contribution à la lutte contre le réchauffement climatique en limitant les émissions de gaz à effet de serre, la préservation et la protection de la durée de vie des potentialités nationales en hydrocarbures, et la participation à la politique nationale en matière d'aménagement du territoire, par la valorisation des gisements énergétiques renouvelables.

Le potentiel techniquement exploitable en énergies renouvelables dans les zones arides sahariennes est considérable et la qualité des gisements est telle que des investissements rentables peuvent être envisagés pour leur développement. Trois raisons principales plaident en faveur d'un tel développement :

1- Les énergies renouvelables constituent une solution économique viable pour fournir des services énergétiques aux populations rurales isolées dans les régions arides et semi-arides.

2- Les énergies renouvelables permettent un développement durable du fait de leur caractère inépuisable et de leur impact limité sur l'environnement.

3- La valorisation des énergies renouvelables ne peut qu'avoir des retombées positives en matière d'équilibre régional et de création d'emplois.

La Loi sur la maîtrise de l'énergie de juillet 1999 et la Loi du 14 août 2004 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable, traduisent la volonté et l'engagement des pouvoirs publics en faveur du développement des énergies renouvelables et fixe un nouveau cadre juridique pour la gestion et l'orientation de la demande d'énergie à tous les niveaux de la chaîne énergétique. Cette politique énergétique s'articule autour des préoccupations d'utilisation rationnelle de l'énergie, de promotion

des énergies renouvelables et de protection de l'environnement. A moyen et long terme ; donc, l'avenir énergétique devrait significativement reposer sur les énergies et les matières premières renouvelables. A plus court terme, cependant, ces énergies souffrent encore d'un handicap de compétitivité plus ou moins prononcé, qui bride leur développement spontané.

Ainsi, l'intégration des énergies renouvelables dans le monde rural peut mener à une amélioration des conditions et du niveau de vie des populations dans le cadre du développement durable. L'intégration de plus en plus poussée des applications de ces énergies dans tous les secteurs socio-économiques et l'utilisation efficace des ressources, permettront le développement des régions arides et semi-arides désertiques. Le recours à ces énergies est une solution évidente et rationnelle, lorsqu'on veut parvenir à un développement durable.

Références

- [1] **Al-Malki A., Al Mari M., Al Jabri H.**, 1998 : Experimental study of using renewable energy in the rural areas of Oman. *Renewable Energy* 14 (1-4), 319-324.
- [2] **Barbier E.**, 2002 : Geothermal energy technology and current status: an overview. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 6, 3-65.
- [3] **Bendjedou S.** 2002 : Les énergies renouvelables en Algérie. Fiche de synthèse de la mission économique de l'ambassade de France à Alger.
- [4] **Bouhekima B.**, 2003 : Renewable Energy for desalination: a solar desalination plant for domestic water needs in arid areas of South Algeria, *Desalination* 153 (1-3), 65-69.
- [5] **Bouhekima B. et Babi B.**, 2001 : Utilisation de l'Energie Géothermique pour le Chauffage des Serres Agricoles au Sud Algérien. *Revue des Energies Renouvelables CDER*. Alger ISSN 1112-2242, 41-46.
- [6] **Bouhekima B.**, 2002 : A solar desalination plant for domestic water needs in arid areas of South Algeria. *Desalination*, 153, 65-69.
- [7] **Chegaar M., Chibani A.** 2001 : Global solar radiation estimation in Algeria. *Energy Conversion and Management*, 42, 967-973.
- [8] **Garcia-Rodriguez L.**, 2003 : Renewable energy applications in desalination : state of the art. *Solar Energy*, 75, 381-393.
- [9] **Ghrab N.** 2004 : Recherche coopérative multidisciplinaire et développement durable. Document d'orientation et de propositions au réseau méditerranéen des écoles d'Ingénieurs - Tunis.
- [10] **Gomella C.**, 1961 : Contribution à l'étude de la distillation solaire. Les résultats industriels acquis en Algérie. Colloque CNRS Paris, 601-620.
- [11] **Goswami D.Y., Vijayaraghavan S., Lu S., Tamm G.**, 2004 : New and emerging developments in solar energy. *Solar Energy*, 76, 33643.
- [12] **Nakata T.**, 2005 : Design for renewable energy systems with application to rural areas in Japan, *Energy Policy*, 33, 209-219.
- [13] **Ophir A.**, 1982 : Desalination plant using low grade geothermal heat. *Desalination* 40 (1-2), 125-132.
- [14] **Ouahes R., Le Goff P. and Ouahes C.**, 1986 : Le Distillateur à Film Capillaire – DIFICAP- C. N. R. S. Patent : 2 583 738, I. N. P. I. Paris.
- [15] **Percebois J.**, 1975 : L'énergie solaire, perspectives économiques, CNRS, Energie et Société.
- [16] **Tamim Y., Kimberly E.T.** 2005 : Energy needs consumption and sources. *Journal of Contemporary Water Research and Education*, 132, 27-38.
- [17] **Zamorano M., Perez J.I.P., Paves I.A., Ridao A.R.** 2005 : Study of the energy potential of the biogas produced by an urban waste landfill in South Spain, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1-15.

**VALORISATION DE LA BIOMASSE A DES FINS ENERGETIQUES :
CONTRIBUTION DE LA PRODUCTION DE BIOGAZ
AU DEVELOPPEMENT DURABLE**

Touzi A.

Unité de recherche en énergie Renouvelable en Milieu Saharien, Adrar

E-mail : abdelkader1@caramail.com

RESUME

Les réserves en combustibles fossiles ne dureront pas éternellement : quelques 40 à 50 années au plus. La recherche de sources d'énergie alternatives (de substitution) s'impose par conséquent, à travers la diversification des sources d'énergie et le remplacement progressif des sources d'énergie conventionnelles, là où cela est nécessaire et possible. C'est alors que pourraient intervenir les énergies renouvelables, et plus particulièrement l'énergie de biomasse, ou bioénergie.

Les combustibles rencontrés aujourd'hui sont les combustibles conventionnels : hydrocarbures, bois de feu traditionnel, charbon ..., et les biocombustibles : biogaz et bio alcool.

Les résidus et sous produits agricoles, les déchets organiques de toutes sortes : déjection animales, eaux usées, ordures ménagères ..., constituent les substrats les plus appropriés pour la production des biocombustibles. L'énergie tirée de cette biomasse provient tout simplement de la dégradation microbienne des substances organiques en énaérobiose au sein de digesteurs appropriés, et dans des conditions particulières.

En Chine la technologie d'exploitation du biogaz existe depuis plus de 30 ans. Le pays compte actuellement plus de 15 millions de digesteurs. D'autres pays, et non des moindres, ont également développé cette technologie : Inde, Malaisie, Soudan, Egypte, Maroc, Tunisie, pays du Sahel, ... En Algérie deux installations ont été réalisées au CDER de Bouzaréah en 1986 et en 2001 ; aucun digesteur n'a été développé. Cette technologie, ou ce programme, consiste à gérer rationnellement les déchets polluants et insalubres, à produire de l'énergie au moindre coût : pour la cuisson, le chauffage et l'éclairage, ainsi que de la production régénération et la fertilisation des terres agricoles ou sylvicoles.

Le biogaz apparaît par conséquent comme une solution économique, décentralisée et écologique à ces problèmes de pollution, à travers l'autonomie énergétique que cela procure et un développement durable des régions isolées et enclavées.

Le biogaz reste, malheureusement encore, une source d'énergie méconnue en Algérie ; elle n'a jamais fait partie des traditions socioculturelles et économiques du pays.

Le développement du biogaz permettra d'assainir et de préserver l'environnement pour une meilleure maîtrise technologique des systèmes, une production d'énergie renouvelable plus appropriée, une contribution au développement de l'agriculture, de l'élevage et du patrimoine forestier, mais surtout de faire rentrer cette technologie dans les mœurs de tous les jours.

La gestion rationnelle et intégrée de tous les déchets organiques déjà cités, permettra une préservation durable de l'environnement contre la pollution avec toutes les retombées positives que cela aura sur la santé publique ; seulement il faudrait cibler les substrats et les sites les plus appropriés pour la mise en place de digesteurs permettant une production et une exploitation optimale du biogaz en Algérie.

Mots clés : *Agriculture, sylviculture, déchets organiques, biocombustible, biogaz, fertilisation, développement durable.*

**HYDROGENE D'ORIGINE RENOUVELABLE :
UNE RICHESSE ENERGETIQUE DU DESERT PROMOTRICE
DE LA LUTTE CONTRE LA DESERTIFICATION**

Mahmah B.

Centre de Développement des Energies Renouvelables - mah2bouziane@gmail.com

RESUME

L'homme devient, aujourd'hui plus que jamais, "énergétivore". L'énergie devient une nécessité qui conditionne la croissance et le développement de la société moderne.

L'énergie permet l'intégration au monde du confort et c'est un élément de la réduction de la pauvreté ; mais, la consommation d'énergie est responsable des trois quarts du total des émissions de gaz à effet de serre.

La problématique dominante aujourd'hui, c'est : comment réagir pour freiner la précipitation vers la pénurie énergétique et l'épuisement des ressources naturelles sans limiter l'accès au confort ? Comment obtenir la satisfaction des besoins humanitaires sans endommager les écosystèmes naturels ? Comment exploiter les richesses énergétiques du désert pour promouvoir la lutte contre la désertification ? Aussi, comment maintenir la lutte contre les changements climatiques, la destruction des sols, la dégradation des sites et des sources naturelles, la raréfaction des sources d'énergie et en même temps encourager les pays en développement à obtenir une croissance économique suffisante pour leur développement, afin de maintenir les objectifs de la lutte contre la pauvreté ?

Cette problématique incite la société moderne à inscrire ses activités dans une perspective de développement durable, en synergie avec des systèmes énergétiques basés sur l'approche de la "dé carbonisation" ; c'est-à-dire la réduction du nombre de carbone dans le combustible et l'augmentation du nombre d'atomes d'hydrogène, il est donc impératif de réduire le rapport carbone/hydrogène dans le bilan énergétique mondial au maximum possible.

Un constat énergétique simple présente que le système énergétique mondial s'est progressivement écarté du carbone, tandis qu'il passait du charbon au pétrole, puis au gaz naturel et sera conduit dans le futur, vers un ultime système énergétique basé sur l'hydrogène, qui exprime l'étape de la rupture avec l'énergie à base de carbone, ainsi que l'a écrit l'économiste et environnementaliste Benjamin Dessus (2002) : « ... le Sahara peut alimenter l'Europe en électricité ou en hydrogène ».

Mots-clés : *Energies Renouvelables, Environnement, Développement durable, Désertification, Dé carbonisation, Hydrogène, Pile à combustible.*

QUEL AVENIR POUR UNE VILLE SAHARIENNE DURABLE ? CAS DE LA VILLE D'ADRAR

Chaouch S.

Maître de conférence. Laboratoire Urbanisme et Environnement. Département d'architecture et d'urbanisme. Université Mentouri Constantine, Algérie. E-mail : salahchaouche@yahoo.fe - Tél. : 0316146668, mobile : 070410536

RESUME

L'espace oasien, constitué essentiellement de la palmeraie-*foggara-ksar* en tant que résultat physique de l'organisation sociale typique de la société saharienne, demeure une richesse patrimoniale sûre du Sud algérien.

Ces entités urbaines sahariennes, d'une grande qualité architecturale et urbanistique, dont la valeur historique et culturelle est avérée, ont traversé des siècles pour échouer, aujourd'hui, sur le rivage d'une croissance urbaine galopante.

Il s'agit dans cette intervention, à travers l'étude de la ville d'Adrar, dont la particularité réside dans le double espace qui la forme, la ville et l'Oasis, de tenter de comprendre les mécanismes de fusion de ces deux entités pour former une " ville - oasis ".

Esuite appréhender le comportement d'un tissu urbain, ancien et récent, face au développement durable, soucieux des conditions d'intégration, de vie sociale, de viabilité climatique, d'équilibre environnemental, et surtout par rapport aux potentialités et aux contraintes du milieu désertique, dont la fragilité est incontestable.

Adrar, ville-oasis, doit organiser la gestion de son territoire, veiller à une utilisation économique et valorisante des ressources naturelles, tout en favorisant la démocratie locale.

Mots clés : *Adrar, Ksar, Palmeraie, Foggara, Milieu saharien, Ville - oasis, Réhabilitation, Développement durable.*

POSTERS

Socioéconomie

Biodiversité

Energies renouvelables

Entomologie

Fertilisation

Lutte contre la salinisation des terres

Pastoralisme

Patrimoine génétique

Productions agricoles

Potentialités hydriques

Techniques d'exploitation et de valorisation

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

N°	Auteurs	Titre du Poster	Thèmes
P 01	Bouzhazah F.	La dimension socioéconomique de la désertification en Algérie (p. 547)	Socioéconomie
P 02	Saker M. L.	L'agriculture saharienne : performances et aménagement durable (p. 548)	idem
P 03	Baziz B.	Composition en micromammifères des pelotes de rejection de la Chouette effraie <i>Tyto alba</i> en milieu aride (p. 549)	Biodiversité
P 04	Cherifi D.	L'apport de la télédétection dans l'étude et le suivi de la désertification (p. 550)	Biodiversité
P 05	Amireche H.	La désertification en Algérie ou crise d'un géosystème steppique ? (p. 551)	Biodiversité
P 06	Brague A.	Banque de données sur les espèces végétales steppiques spontanées et plantées dans la région de Djelfa (p. 552)	Biodiversité
P 07	Chikhi R.	Biodiversité et utilisation des ressources biologiques (p. 553)	Biodiversité
P 08	Chalabi Kh.	Bilan des résultats de la recherche développement des projets CRSTRA dans le cadre des appels d'offres (p. 554)	Biodiversité
P 09	Halitim S.	Le dépérissement du cèdre et la sécheresse édaphique dans les Aurès : une menace pour l'environnement (p. 555)	Biodiversité
P 10	Salmi N.	Les Principales Formations Végétales Sahariennes leur rôle écologique et socio-économique (p. 556)	Biodiversité
P 11	Bachir-Rahou G	Pour une exploitation de pistachier de l'Atlas (p. 557)	Biodiversité
P 12	Chebouti N.	Intérêts du pistachier dans l'agriculture steppique (M'sila) (p. 558)	Biodiversité
P 13	Benhamada N.	Contribution à la compréhension des processus de désertification : Etude écologique de populations végétales dans les écosystèmes du sud-ouest algérien (p. 559)	Biodiversité espèces
P 14	Lebtaghi F. Bougedoura N	Essai de multiplication <i>in vitro</i> du cypres du Tassili (<i>Cupressus dupreziana</i> C.) (p. 560)	Biodiversité espèces
P 15	Berka S.	Effet d'un stress hydrique sur la germination des grains d' <i>Argania spinosa</i> (L.) Skeels (p. 561)	Biodiversité espèces
P 16	Kadik L.	Etude phyto-écologique et la diversité floristique d'une steppe à alfa au sud de la wilaya de Djelfa (p. 562)	Idem
P 17	Kadik L.	Contribution à l'étude de l'évolution de la croissance d' <i>Elaeagnus angustifolia</i> et <i>Lycium arabicum</i> et de la dynamique de la végétation dans la région d'El Mesrane (W. Djelfa) naturel (p. 563)	Idem
P 18	Labeled SeD.	Les énergies renouvelables et le développement des régions sahariennes cas de pompage solaire photovoltaïque (p. 564)	Energies renouvelables
P 19	Tolba K.	Utilisation de la maille plastique extrudée pour la stabilisation des formations éoliennes (p. 565)	idem
P 20	Etsouri K.	L'éolien, énergie du futur (p. 566)	idem
P 21	Bendifallah L.	Biodiversité des abeilles sauvages sociales et solitaires et leur importance en milieu aride et semi-aride (p. 567)	Entomologie
P 22	Bebba N.	Biodiversité et connaissance de la faune culicidienne dans la région de Oued Righ (Touggourt et djama'a) (p. 568)	idem
P 23	Amroune MeA.	Intérêt des halophytes dans la lutte contre la désertification : étude des marqueurs physiologiques de la réponse des halophytes a la salinité (p. 569)	Fertilisation
P 24	Chennafi H.	La performance de génotypes de blé dur, sous irrigation déficitaire régulée, en environnement semi-aride (p. 570)	idem
P 25	Etsouri K.	Techniques d'irrigation sous pivot : problèmes et solutions (p. 571)	idem
P 26	Boudjabi S.	Contribution des boues résiduaire à la fertilité du sol et à la production fourragère de l'orge (<i>Hordeum vulgare</i> L.) (p. 572)	idem
P 27	Tabet A. A.	Stratégie et techniques de lutte contre l'ensablement (p. 573)	Lutte contre l'ensablement
P 28	Nedjimi B.	Le milieu dunaire et son aptitude à la plantation (p. 574)	idem
P 29	Chouial A.	Recherche d'un modèle de fixation mécanique des dunes à l'aide de l'utilisation de la maille plastique extrudée et des piquets en plastique : Cas du cordon dunaire, Djelfa - Algérie (évaluation des résultats après 20 ans) (p. 575)	idem

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable

P 30	Hafouda L.	Salinisation des sols sahariens de l'Algérie : causes et méthodes de lutte. Cas de la vallée de l'Oued Righ (p. 576)	Lutte contre la salinisation des terres
P 31	Kanoun M.	Exploitation et gestion actuelle des parcours steppiques. Cas de la région de Thlidjène (Tébessa Algérie) (p. 577)	Pastoralisme
P 32	Hadeib M.	Approche anthropique du phénomène de désertification en milieu steppique : le cas des Hautes Plaines sud oranaises. (Algérie Ouest) (p. 578)	idem
P 33	Hadjab M.	Les tentatives aménagement agro-pastorale dans une zone steppique : le Hodna (p. 579)	Idem
P 34	Dekkiche S.	Essai de production d'un inoculum a base de <i>rhizobia</i> pour colonisation des sols algériens pauvres (p. 580)	Patrimoine génétique
P 35	Boumaraf S. I.	Etude sur le phénomène des feuilles cassantes (p. 581)	Idem
P 36	Hacini N.	La sélection des variétés de blé adaptées aux stress environnementaux : une voie participative pour une agriculture durable (p. 582)	Idem
P 37	Guefaïffa O.	Quantitatif et caractéristiques des réserves en eau d'origine karstique dans une région semi-aride. cas de la zone de Bouakous Tébessa (p. 583)	Potentialités hydriques
P 38	Brinis N.	Caractérisation de la qualité chimique des eaux souterraines de l'Oued Abiod (p. 584)	Idem
P 39	Derias T.	De la caractérisation hydro chimique d'un système aquifère hétérogène sous climat semi-aride : exemple de la plaine de Tébessa (p. 585)	Idem
P 40	Rezag A.	Les potentialités hydriques et le phénomène de la remontée des eaux au Sahara (p. 586)	Idem
P 41	Hamou A.	Amélioration des cultures sous serre en milieu aride par l'utilisation de nouveaux films plastiques (p. 587)	Productions agricoles
P 42	Eddoud A.	La solarisation du sol une solution alternative pour le contrôle durable des bio agresseurs telluriques (p. 588)	Idem
P 43	Chebouti Y.	Les perspectives de développement de la pistacheraie a Biskra (p. 589)	Idem
P 44	Baha-Sekhara M.	Densité et biomasse des oligochètes dans les régions arides et semi-arides et leurs effets sur la production agricole (p. 590)	Idem
P 45	Kahlsen C.	Quelques expériences sur la quantification du sable à l'intérieur des unités de production phoenicicole (p. 591)	Idem
P 46	Allouche F. N.	Contribution à l'étude de l'exploitation des ressources hydriques souterraines par le système des foggaras. Dans les régions du Sud algérien (p. 592)	Techniques d'exploitation/valorisation
P 47	Bouziane M. T.	Proposition d'un système hybride de pompage (p. 593)	Idem
P 48	Guemaz F.	Analyses physico-chimiques et bactériologiques des principaux sites de rejets des eaux usées de la ville de Biskra (p. 594)	Idem
P 49	Hadj-Noui	Nouvelle approche pour l'estimation du débit journalier de fréquence décennale sur les petits bassins versants non jaugés de l'Algérie (p. 595)	Idem
P 50	Benzai C.	Exploitation et valorisation des eaux résiduaires industrielles (p. 596)	Idem
P 51	Boudaoud N.	Récupération des eaux usées pour l'irrigation par phénomène d'adsorption d'une hydrotalcite (p. 597)	Idem
P 52	Rezag A.	L'utilisation de l'eau dans quelques usines de la ville de Biskra (p. 598)	Idem
P 53	Rouabhia A.e.K	Utilisation du rapport Sr^{++}/Ca^{++} pour l'étude de la salinité des eaux et impact des retours d'eau d'irrigation dans la région semi-aride d'El Ma el Abiod (p. 599)	Techniques d'exploitation/valorisation
P 54	Kechida S.	Nouveau dispositif de mesure de débit dans les canaux ouverts (p. 600)	Idem
P 55	Kateb S.	L'efficacité des décanteurs installés au niveau des points de rejet des eaux usées (Cas de Bamendil, Ouargla) (p. 601)	Idem
P 56	Nacer M. R.	L'homme, la ville, les conséquences structurelles sur le milieu naturel (p. 602)	Divers

La dimension socioéconomique de la désertification en Algérie

Bouzahzah F. et Meridja S.

*Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA). Biskra
fouadov2002@yahoo.fr / crstra_biskra@yahoo.fr*

Résumé

Le poids de la dimension socio économique dans la durabilité des processus de développement revêt une importance particulière et doit correspondre à *"un mode de développement censé satisfaire les besoins du présent, sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs"* (Conférence de Rio, 1992).

En effet, l'exploitation des terres en zones arides est à l'origine de plusieurs problèmes environnementaux, tels que : la pollution des eaux souterraines, la destruction des habitats et l'accélération du phénomène de désertification.

C'est pourquoi, la désertification a été reconnue par la communauté internationale comme étant un phénomène qui affecte directement le niveau de vie de l'homme et engendre une dégradation des conditions de vie provoquant pauvreté, exode et émigration.

L'Algérie, de par sa position géographique stratégique entre l'Europe et l'Afrique, constitue donc un acteur important dans le processus de la lutte contre la désertification et la pauvreté.

L'un des axes de recherche prioritaire du CRSTRA est l'évaluation de cette durabilité qui comprend, entre autre, l'évaluation de l'impact socio économique sur l'environnement en régions arides par le recours à des indicateurs.

Ce programme constitue un élément dans de la prise en charge du plan d'action national de lutte contre la désertification (PAN-LCD), dont le CRSTRA est partie prenante et le point focal de son organe national de coordination (ONC).

Mots clefs : *Désertification - pauvreté - socio-économique - développement durable - plan d'action.*

***L'agriculture saharienne :
Performances et aménagement durable***

Sakeur M. L. et Daddi Bouhoun M.

Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi-arides. Université de Ouargla (BP. 163 Ouargla 30000). sakermohamedlakhdar@yahoo.fr

Résumé

La gestion efficace et durable des ressources sahariennes, l'eau, le sol et le végétal, implique une excellente connaissance de leur disponibilité sur les plans quantitatif et qualitatif, et de leur variation spatio-temporelle.

Cette connaissance doit être fondée sur la mise en œuvre de systèmes d'information (SIG, Télédétection, Cartographie), qui doivent faciliter l'accès à des données fiables et homogènes sur ces ressources.

Cela doit viser à améliorer la connaissance de ces ressources sahariennes pour une agriculture performante, s'inscrivant dans une perspective d'aménagement durable, en renforçant ses capacités techniques, scientifiques et institutionnelles ; particulièrement dans le cadre d'une exploitation rationnelle et d'une gestion efficace, avec des moyens appropriés.

Ce dispositif doit être soutenu par un réseau d'observatoires, implantés dans les régions sahariennes, chargés de fournir des informations de qualité homogène, susceptibles de contribuer à la mise en œuvre de programmes agricoles de développement locaux et régionaux de qualité.

Dans cette perspective, cet aménagement durable de l'agriculture saharienne, doit être soutenu par des actions de développement touristique et d'industrie de transformation, dont les ressources disponibles garantissent leur concrétisation.

Il est bien évident que toutes ces actions seraient vaines et ne sauraient atteindre leurs buts, que dans la mesure où elles s'inscrivent dans le cadre d'un plan d'aménagement durable, cohérent et soutenu par les pouvoirs publics.

C'est à ce prix là, que l'agriculture dans les régions sahariennes pourra s'inscrire dans une perspective d'aménagement et de développement durables réels.

Mots clés : *Performance, agriculture saharienne, aménagement durable.*

*Composition en micromammifères des pelotes de rejection de la chouette effraie *Tyto alba* en milieu aride*

Baziz B.¹, Sekour M.¹, Doumandji S.¹, Hamani A.¹, Souttou K.¹ & Denys C.²

¹Département de Zoologie agricole et forestière, INA, El Harrach.

²Laboratoire Mammifères & Oiseaux, Muséum national d'histoire naturelle, Paris

Résumé

Les rapaces nocturnes jouent un rôle très important dans la régulation du nombre d'individus de diverses familles animales. En supprimant les individus les plus faibles parmi leurs proies potentielles, ils contribuent à éliminer certains facteurs héréditaires qui pourraient provoquer la dégénérescence des espèces - proies.

L'examen des proies trouvées dans les pelotes de régurgitation des rapaces nocturnes fournit des renseignements utiles et imprévus concernant la faunistique des mammifères, des oiseaux, des reptiles, des amphibiens et des arthropodes.

L'analyse des pelotes de rejection de la Chouette effraie récoltées en milieu aride a permis l'identification de 2 533 proies.

Parmi les vertèbres, les mammifères participent en tant que proies dans l'alimentation de la Chouette effraie avec un pourcentage élevé, soit : 76,3 %.

Les rongeurs interviennent à eux seuls avec un taux de : 69,2 % : les insectivores (6,9 %), les chiroptères (0,2 %) et les macroscélides (0,08 %) interviennent avec un faible pourcentage.

Les insectes viennent en deuxième position avec un taux de : 11,2 %, suivis par les oiseaux avec : 10,2 %.

Sur les Hauts Plateaux, la préférence de la Chouette effraie pour les *Gerbillinae* et les *Dipodinae* est nette par rapport aux *Murinae*.

Les *Gerbillinae* sont dans ce cas la mérione de Shaw, *Meriones shawi* et plusieurs espèces appartenant au genre *Gerbillus*, telles que : *G. gerbillus*, *G. tarabuli*, *G. nanus* et *G. campestris* et autres comme *Dipodillus simoni* et *Pachyuromys duprasi*.

Quant aux *Dipodinae*, ils sont représentés par : *Jaculus orientalis*, *Crocidura whitakeri*, accompagnés de : *Crocidura russula* et un *Macroscelidae* *Elephantulus rozeti*.

Mots clés : *Tyto alba*, milieu aride, Micromammifères, rongeurs, *Meriones shawi*.

*L'apport de la télédétection dans l'étude
et le suivi de la désertification*

Cherifi D.

INELEC, Université de Boumerdes - dacherifi@yahoo.fr

Résumé

La désertification est la dégradation de la terre dans des zones arides, semi-arides et arides semi-humides.

Elle est causée en premier lieu par l'activité humaine et par les variations climatiques.

La désertification est en plein expansion en Algérie.

En effet, la végétation des zones arides connaît depuis les deux dernières décennies une dégradation rapide, liée d'une part aux périodes de sécheresse plus ou moins longues et d'autre part à l'action anthropique.

D'où la nécessité d'une prise en charge rapide et efficace en utilisant des moyens de prévention et de diagnostic plus sophistiqués et appropriés tels que : la Télédétection.

Le développement des méthodes d'évaluation et de suivi du phénomène de la désertification repose sur la mise en place de réseaux d'observation à long terme utilisant des méthodologies de collecte et de traitement de données satellitaires.

Le suivi de la désertification par satellite est obtenu en identifiant sur le terrain les indicateurs des changements écologiques locaux, de déterminer ceux qui sont détectables depuis l'espace, de rechercher les données satellitaires les mieux adaptées, de perfectionner les algorithmes de traitement et les méthodes de restitution des résultats.

Globalement, les techniques de télédétection, combinées avec une très bonne connaissance du terrain, permettent de détecter la progression de la dégradation des zones arides, mais également leur restauration sous l'effet bénéfique des actions de protection et de lutte.

L'objectif de ce Poster est de présenter l'apport de la télédétection dans l'identification des indicateurs des changements et de proposer une stratégie de diagnostic et de traitement appropriés.

Mots clés : *Désertification, Télédétection*

La désertification en Algérie ou crise d'un géosystème steppique ?

Amireche H. & Tatar H.

Laboratoire d'Aménagement du Territoire, Université Mentouri, Constantine

Résumé

La désertification est encore aujourd'hui un problème préoccupant. Malgré les efforts entrepris en vue d'endiguer ce fléau menaçant de vastes territoires agropastoraux, le phénomène en question reste largement agressif.

Sur les 20 millions d'ha de la steppe, soit : 52 % de la surface de l'Algérie du nord, plus de la moitié est menacée par les processus de désertification. Cela concerne essentiellement la frange semi-aride et aride dans leur totalité.

Selon la carte établie par le CNTS (2002) portant sur 69 % de l'espace steppique, 54 % de celui-ci ont été identifiés comme sensibles à l'aléa de la désertification, alors que 500 000 ha (3.5 %) sont indéniablement désertifiés.

Le phénomène de désertification de la steppe néanmoins, n'est pas irrémédiable. Bien qu'il soit complexe, ses causes sont bien connues. Elles sont multiples et interfèrent les unes sur les autres.

Les facteurs sont surtout anthropiques, et il est encore possible de les enrayer. Les problèmes inhérents aux habitudes communautaires constituent la contrainte majeure.

Aujourd'hui, on pense surtout à un développement intégré basée surtout sur la gestion participative comme solution efficace.

A cet effet, un million d'ha a été traité et les résultats semblent très prometteurs. Quelques cas dans les wilayas steppiennes de Khenchela et Biskra sont représentatifs.

Mots clés : *Désertification, steppe, anthropique, remontée biologique, développement intégré.*

**Banque de données sur les espèces végétales steppiques
spontanées plantées dans la région de Djelfa**

Brague A.¹ et Brague Bouragba N.¹ - Harfouch H.²

¹Institut National de la Recherche Forestière Station de Djelfa. B.P. 250 Djelfa 17000
medbrague@yahoo.fr - nadiabrague@yahoo.fr

² Collaboration technique

Résumé

La région de Djelfa, au cœur de la steppe, a l'avantage de posséder plusieurs bioclimats, différents types de supports végétaux et donc plusieurs écosystèmes : forestier, reboisements d'envergure, steppe, milieu présaharien, milieu dunaire, *sebkha*, etc. Elle n'est pas épargnée pour autant par les dégradations du milieu, malheureusement souvent déclenchées par l'homme.

Dans le cadre d'un projet INRF/CRSTRA, intitulé : « *Etude des écosystèmes steppiques et de l'entomofaune associée* », nous avons entamé la réalisation d'un inventaire de la végétation et de l'entomofaune dans ces écosystèmes.

Nous avons constaté par la suite que l'inventaire était incomplet et souvent inexistant.

Ce qui pose un problème de détermination pour les chercheurs et les étudiants.

D'où l'idée de réaliser un logiciel programme qui facilitera les recherches pour la systématique des espèces végétales et de Macro-Arthropodes associés.

Dans le présent travail, nous exposons ce logiciel, qui permet de visualiser l'inventaire des espèces végétales, assisté par ordinateur.

Nous avons ajouté le nom local qui facilitera la tâche de détermination.

Mots clés : *Végétation steppique, Biodiversité, Inventaire, Systématique, Ecologie.*



Eresus cinnaberinus latefasciatus



Graphopterus serrator

Chikhi R.

rabahoiseau@hotmail.com

Résumé

L'Algérie a le territoire steppique le plus vaste d'Afrique du Nord. Il s'étend au sud de l'Atlas tellien, formant une bande de 1 000 km de long, sur une largeur de 300 km à l'ouest, réduit à 150 km à l'est ; il fait la transition entre les forêts et le désert.

Sur le plan économique, cette région présente un triple intérêt : pastoral, industriel et forestier.

Malheureusement, malgré les caractéristiques particulières de cette zone, l'avifaune y est mal connue, car peu de travaux lui ont été consacrés.

Dans le cadre du présent travail, nous allons présenter un inventaire de l'avifaune dans deux stations qui se situent au cœur de steppe algérienne.

La première station est localisée dans le barrage de Boughzoul (2° 8' N., 35° 44' E).

Et la deuxième est représentée par la réserve naturelle de Mergueb, qui occupe une superficie de 12 500 ha (35° 35' N., 3° 58' E.).

Pour cela, nous avons fait appel à deux méthodes de dénombrement : celle des indices ponctuels d'abondance (IPA) et celle des quadrats.

Les observations ont permis d'établir un inventaire systématique des espèces d'oiseaux contactées, ainsi que la mise en évidence des paramètres de composition et des caractéristiques bioécologiques.

Les résultats de cette étude seront détaillés lors de la présentation du poster.

Mots clefs : *Steppe - Boughzoul - Mergueb - avifaune - IPA - quadrat - bioécologiques -*

***Bilan des résultats de la Recherche/Développement des projets
CRSTRA dans le cadre des appels d'offres PNR/FNR***

Chalabi K.

Chargée d'études CRSTRA, Chef Service Suivi des Projets

Résumé

La stratégie du CRSTRA s'est retrouvée, jusqu'en 2004, basée sur les résultats des avis d'appels à proposition de projets lancés dans le cadre des PNR et FNR :

- L'exécution de programmes de recherche (PNR) : soixante neuf (69) projets ont été domiciliés de 1997 à 2003 au CRSTRA. Les principaux domaines de recherche abordés par ces projets sont : la désertification, l'aménagement des régions arides et semi arides et l'environnement.
- Le fonds national de la recherche (FNR) : quatre vingt cinq (85) projets pluridisciplinaires en zone aride, ont été soutenus (Agronomie, Phoeniculture, Ressources en eaux, Développement durable, Energie renouvelable, ...).

Certains de ces projets ont abouti à des résultats appréciables sur le plan socio-économique.

Dans le présent travail, nous essaierons de résumer les problématiques et les produits issus des ces projets.

***Le dépérissement du cèdre et la sécheresse édaphique dans les Aurès :
Une menace pour l'environnement***

Halitim S., Kharkhouche D. et Khanfouci M.S.

Département d'Agronomie - Université de Batna

Résumé

Dans les Aurès, les cédraies constituent, avec les pinèdes, le dernier rempart contre l'avancée du désert. Elles jouent de ce fait un rôle environnemental essentiel. Ces forêts sont une ressource de base pour les populations limitrophes et interviennent dans la protection des sols contre l'envasement des barrages et contre l'abaissement du niveau des nappes superficielles.

Or, le cèdre est sujet dans ces massifs, à un dépérissement. En effet, ce sont des dizaines, voire des centaines d'hectares de forêts de cèdre qui sont touchées par ce phénomène.

Parmi les causes probables de cet état, le déficit hydrique dans ces régions est à prendre en considération dans la lutte contre la régression continue des forêts de cèdre. La cause en est la sécheresse édaphique, qui peut être définie comme une réduction de la réserve en eau des sols, suffisamment sévère pour que le fonctionnement des arbres ne soit pas optimal.

Il est donc important d'entreprendre une étude sur la réserve en eau de ces sols et de l'intégrer dans le bilan hydrique. En effet, l'intérêt de considérer la réserve utile dans le bilan hydrique, est d'approcher les conditions réelles de l'alimentation hydrique des peuplements forestiers.

Il ressort des résultats obtenus que la réserve utile en eau des sols intervient sur tous les indicateurs de quantification du déficit hydrique (précocité, durée et intensité du déficit hydrique).

En se référant au bilan hydrique obtenu avec l'ETP de Thornthwaite, les résultats indiquent que le sol serait sec (la réserve en eau < 40 %) entre avril - mai - juin - juillet et octobre - novembre. Soit, entre : 4 et 7 mois, selon l'altitude, les conditions météorologiques et aussi la réserve utile en eau.

Au cours de ces périodes sèches, le cèdre, même en altitude, 1600 -1800 m, est en conditions semi-arides, auxquelles il n'est adapté. Ainsi la sécheresse édaphique s'installe sur plusieurs mois dans l'année et parfois sur plusieurs années successives, peut entraîner chez l'arbre des perturbations irréversibles, se traduisant à terme, par un dépérissement.

Cependant, si la sécheresse constitue le facteur déclenchant de ce fléau. Le réchauffement de la planète, ainsi que le tassement du sol, peuvent être considérés comme des facteurs favorisant ce phénomène. Alors que l'environnement phytosanitaire (maladies et insectes), représente un facteur aggravant le dépérissement.

Mots-clés : *Aurès, cèdre, sécheresse édaphique, dépérissement, environnement.*

*Les principales formations végétales sahariennes :
Leurs rôles écologique et socioéconomique*

Salmi N.

Institut National de Recherche Forestière - souhilaberka2004@yahoo.fr

Résumé

Les formations à *Acacia* et *Tamaris* caractérisent les phytocénoses les plus importantes de l'écosystème saharien.

Ces formations, que l'on rencontre systématiquement le long des oueds, principal habitat saharien, constituent les principales ressources végétales.

Ces formations végétales, particulièrement adaptées à une importante xéricité et présentant des usages multiples (parcours, énergie, pharmacopée, artisanat, etc.), pourraient représenter un moteur de développement durable dans ces régions fragiles, où un juste compromis entre l'offre écologique et la demande économique et sociale doit être trouvé, là plus qu'ailleurs.

Mots clés : *Formations végétales, ressources, écologique, économique, développement durable.*

Pour une exploitation du pistachier de l'Atlas

Raho Ghalem B.¹ et Benhassaini H.²

¹ Département de biologie, Faculté des sciences. Université Djillali Liabès de Sidi Bel Abbès. Algérie.

² Département de l'environnement, faculté des sciences université Djillali liabès de Sidi bel abbès. Algérie. bachir_raho@yahoo.fr

Résumé

Le genre *Pistacia* est représenté en Algérie par quatre espèces, en l'occurrence : *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* et *Pistacia atlantica*.

Le pistachier vrai (*Pistacia vera*) et le pistachier de l'Atlas ou *bétoum* (*Pistacia atlantica*) sont caractérisés, du point de vue écologique, par une grande tolérance aux variations climatiques. Ils peuvent croître sous des tranches pluviométriques assez faibles et s'accroissent de tous les sols.

On extrait de leurs graines une excellente huile alimentaire.

Si pour le pistachier vrai, les caractéristiques physiques et biochimiques sont connues, ce n'est pas le cas pour pistachier de l'Atlas.

En effet les résultats d'analyses montrent que les graines de *bétoum* sont très riches en protéines et en lipides, avec une grande teneur en acides gras mono-insaturés et en phytostérols ; teneurs comparable à celle de l'huile d'olive, dont on commence à peine à entrevoir les vertus thérapeutiques et nutritionnelles contre certaines pathologies.

Keys words : *Pistacia vera* , *Pistacia atlantica*, *phytosterols*, *fatty acids*.

Abstract

In Algeria, the genus *Pistacia* it's represented by four species : *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* and *Pistacia atlantica*.

The two species, *Pistacia vera* and *Pistacia atlantica* are characterised, in ecological point of view, by a great climatic variety. They can grow with low precipitations levels and can accommodate with all grounds.

We extract from their seeds excellent alimentary oil.

Their biochemical composition presents a so richness in proteins and lipids.

The details analysis of both species oils, in occurrence *Pistacia vera* and *Pistacia atlantica* has shown a high teneur in mono-insaturated fatty acids and phytosterols, teneur comparable to the olive oil one, which we begin, only, to see the nutritional and preventives virtues versus certain pathologies.

Intérêts du pistachier dans l'agriculture steppique (M'sila)

Résumé

Le pistachier de l'Atlas, *Pistacia atlantica* Desf., est présent dans la steppe aride et semi aride. C'est une espèce rustique et résistante à la sécheresse prolongée. Le système racinaire puissant du *bétoum* (*b'toum*) lui permet d'occuper les sols marginaux.

Il contribue favorablement à la lutte contre la désertification et l'érosion qui menacent constamment ces régions.

Le pistachier de l'Atlas peut être utilisé comme espèce fourragère. Par ailleurs son bois est utilisé comme bois d'œuvre et aussi comme bois de chauffage. Ses fruits sont comestibles et appréciés.

Le pistachier fruitier ou pistachier vrai, *Pistacia vera* L. est la seule espèce introduite du genre *Pistacia*, présentant un intérêt agronomique et économique pour les agriculteurs.

Les autres espèces de pistachier, tel le térébinthe (*Pistacia terebenthus*) sont, soit : des essences de reboisement en zone subhumide et d'ornement en zone urbaine, soit : comme le pistachier lentisque (*Pistacia lentiscus*), une essence de sous-bois.

Pour tous ses multiples intérêts, le pistachier mérite d'être protégé et sauvegardé.

En vue d'installer la culture du pistachier à grande échelle, nous pensons utile, d'inventorier l'entomofaune du pistachier de l'Atlas (région des *dayas*) et du pistachier fruitier en plantation dans la région de la réserve naturelle du Mergueb (M'sila).

Pour la réalisation de ce travail, nous avons utilisé des techniques standard de piégeage (pots bairber, fauchages avec filet, fauchoir, frappage sur parapluie Japonais).

D'après les résultats obtenus, les insectes trouvés sont :

- l'ordre des hyménoptères est omniprésent, il présente une fréquence de 60 %,
- quant à l'ordre des coléoptères présente une fréquence de 25 %,
- les homoptères viennent en troisième position avec une fréquence de 10 %,
- les hétéroptères avec les diptères ont une fréquence identique de 5 %.

***Contribution à la compréhension des processus de désertification :
Etude écologique de populations végétales
dans les écosystèmes du Sud-Ouest algérien***

Benhamada N.

USTHB - nbenhamada@hotmail.com

Résumé

Le présent travail a été réalisé dans la région du sud oranais, le long d'un transect climatique nord-sud, allant d'El Aricha à Ain Sefra.

L'écosystème étudié connaît depuis près de deux décennies des contraintes climatiques spatiales des différents paramètres qui peuvent représenter des indicateurs de la dégradation aux deux niveaux des populations et des communautés dont le présent travail essaye d'analyser, par une approche synchronique.

Les résultats obtenus confortent l'hypothèse phytoréressive avancée dans la région du sud oranais et montrent :

- Une réelle et rapide dégradation de la végétation pérenne, particulièrement l'alfa. Cette dégradation a entraîné un changement dans la composition floristique de la communauté et se manifeste par une forte colonisation de l'espace par des espèces non consommées par le bétail.
- Des variations spatiales édaphiques importantes dans les sols de la zone d'étude qui semblent concerner l'horizon superficiel uniquement et qui s'expriment par une réduction du taux de la matière organique et une augmentation de la texture grossière.
- Des variations morphologiques de certaines espèces telles *Plantago albicans* en réponse aux variations des conditions du milieu.

Mots clés : *Steppe ; Stipa tenacissima ; Dynamique ; Plantago albicans ; Morphologie ; Désertification ; Sol.*

Essai de multiplication in vitro du Cyprès du Tassili
(*Cupressus du preziana* C.)

Lebtahi F.¹, Bouguedoura N.²

¹Attachée de recherche à l'INRF Alger, taaleb.faty@caramail.com

²Professeur à l'USTHB Alger

Résumé

Cupressus du preziana, communément appelé “cyprès du Tassili”, gymnosperme de la famille des cupressacées, est intéressant à plus d'un titre : vigueur et longévité remarquables.

Cette espèce en voie de disparition n'est guère représentée que par quelques dizaines d'individus, vivant dans le massif du Tassili (N'Ajjer).

Bien que protégés au sein du parc national, leur nombre décroît chaque année. Les conditions climatiques rigoureuses, le faible taux de germination rendent toute régénération impossible et condamnent irrémédiablement l'espèce à une disparition proche.

Nous nous intéressons spécialement à cette espèce, d'une part pour sa sauvegarde, et d'autre part, parce qu'elle est susceptible de présenter un grand intérêt sylvicole pour des reboisements futurs en zones arides.

Etant multipliée exclusivement par semis, l'utilisation des méthodes modernes de multiplication *in vitro* devient indispensable.

L'objectif recherché par cette étude, est de mettre au point une technique de multiplication rapide et intense du cyprès du Tassili, en vue de la création de vergers de conservation.

L'ensemble de nos expérimentations a porté sur des séries de tests, à la recherche d'un milieu de culture et d'une balance hormonale favorable au bourgeonnement et à l'enracinement des pousses.

Les résultats obtenus sont préliminaires, mais encourageants pour la suite du travail.

*Effet d'un stress hydrique
sur la germination des graines de Argania spinosa (L.) Sekeels*

Berka S.¹ et Aid F.²

¹ Institut National de Recherche Forestière BP 37 Chéraga Alger

² Laboratoire de physiologie végétale, LBPO, Faculté des Sciences Biologiques USTHB BP 32 EL Alia

Résumé

L'Arganier est une espèce endémique d'Afrique du Nord. Elle est localisée dans le Sud Atlantique marocain et le Sud-Ouest Algérien, dans la région de Tindouf.

Cette espèce se caractérise par un tempérament thermophile. Elle supporte convenablement les températures élevées et les longues périodes de sécheresse.

Le présent travail se propose d'étudier l'effet d'un stress hydrique (osmotique), induit par les solutions de polyéthylène - glycol (PEG 6000) à différentes concentrations (2, 5, 10, 15 %), sur la germination des graines de *Argania spinosa*.

La germination n'a diminué qu'à partir d'un stress modéré.

A un stress sévère, la germination est fortement inhibée ; mais la viabilité des graines n'est pas affectée.

L'Arganier est une espèce résistante à un stress sévère, pendant le stade de germination.

Mots clés : *Argania spinosa*, espèce endémique, stress hydrique

*Étude phytoécologique et la diversité floristique
d'une steppe à alfa au sud de la wilaya de Djelfa*

Kadik L., Hazerchi A., Akacha T.

Résumé

L'accroissement de la pression démographique en Algérie, et notamment sur les hautes plaines sud algéroises, menace de disparition les formations steppiques.

La transhumance ayant cédé la place à la sédentarisation, il s'en est suivi une accélération de la dégradation, due à la mise en culture inadaptée et à un surpâturage anarchique.

Les travaux entrepris dans le cadre du programme du CRSTRA sur l'observatoire des Hautes Plaines du sud algérois, a concerné 4 stations à alfa (*Stipa tenacissima*) localisées au sud de Djelfa.

Pour étudier le tapis végétal de cette steppe à alfa, nous avons utilisé différentes méthodes :

- **L'étude quantitative** : cette méthode est basée essentiellement sur la technique classique de la ligne. Les résultats obtenus nous ont permis de déterminer la phytomasse, la productivité primaire, la valeur pastorale et d'étudier ainsi la valeur quantitative des terrains de parcours considérés. D'autre par l'analyse quantitative montre que la contribution spécifique des espèces éphémères dans les stations 1 et 2, est plus élevée par rapport à celle des pérennes. Cette différence est essentiellement due à l'action anthropique, car ces deux stations se trouvent près de zones cultivées. La contribution spécifique des stations 3 et 4 des espèces pérennes est plus élevée que celles des éphémères ; cela est dû à l'action géomorphologique, qui est différente par rapport à celle des autres stations ; en effet elles sont localisées sur buttes, donc sur une pente légèrement élevée.

D'une manière générale le pourcentage de recouvrement global de la végétation est plus élevé dans les stations 1 et 2 que dans les stations 3 et 4. Il faut remarquer, lors de notre campagne d'échantillonnage (avril 2005), que le taux des annuelles des stations 1 et 2 était important.

- **L'étude qualitative** : elle a montré que la richesse floristique est comparable pour les 4 stations (égale respectivement à 36, 27, 36, 39). L'indice de Sorensen montre que les affinités floristiques sont fortes entre les stations 1 et 2 (pourcentage égal à 68,7 %) et entre les stations 3 et 4 (un pourcentage égal à 66%) ; le résultat est en parfaite adéquation avec les résultats de l'étude quantitative. Les spectres biologiques bruts des 4 stations montrent que les thérophytes dominant.

L'analyse factorielle des correspondances appliquée à 24 relevés et 66 espèces, a permis de distinguer 4 groupes de relevés et 4 lots d'espèces selon les axes 1 et 2.

L'axe 1 exprime un gradient anthropique opposant les relevés effectués généralement dans les stations 1 et 2 (partie positive de l'axe 1) aux relevés effectués dans les stations 3 et 4 (partie négative de l'axe 1).

L'axe 2, moins explicatif, oppose les relevés effectués sur les buttes des glacis où l'Alfa est dominant (partie négative de l'axe 2) aux relevés réalisés dans les dépressions (partie positive de l'axe 2) ; cet axe exprimerait un gradient lié au facteur géomorphologique.

Ce travail a permis de mettre en évidence les conséquences de l'action immédiate de l'homme (station 1 et 2) sur le tapis végétal et d'évaluer qualitativement quantitativement la richesse floristique.

Mots clés : Alfa ; diversité floristique ; steppe.

***Contribution à l'étude de l'évolution de la croissance
d'*Eleagnus angustifolia* et *Lycium arabicum*
et de la dynamique de la végétation dans la région d'El Mesrane
(W. Djelfa)***

Kadik L.¹, Slimani A.², Takilalet N.²

¹ Maître de Conférences FSB-USTHB

² Ingénieurs d'Etat en Ecologie et Environnement

Résumé

Le but de notre travail est l'étude de l'évolution de la croissance de deux espèces considérées comme fixatrices des dunes *Eleagnus angustifolia* et *Lycium arabicum*.

Parallèlement nous avons étudié le cortège floristique qui les accompagne dans le but d'analyser l'évolution du tapis végétal.

Diverses méthodes ont été utilisées :

- Méthode d'analyse différentielle.
- Méthode Canonique.
- Méthode d'analyse factorielle des correspondances.

Nous avons considéré la croissance verticale (hauteur) et radiale (croissance du diamètre houppier et du diamètre pied) de deux espèces, qui ont été plantées en 1983 : *Eleagnus angustifolia* et *Lycium arabicum*.

L'aboutissement de ce travail fait remarquer que les plantations de *Lycium arabicum* sur les mi-versants et celles d'*Eleagnus angustifolia* sur les piémonts, ont donné des résultats satisfaisants.

Cette étude a permis de remarquer que ces reboisements ont favorisé la remontée biologique sur les dunes.

Les résultats, quoique préliminaires, permettront d'orienter l'aménagiste dans les actions de réhabilitation et dans la lutte contre la désertification.

Mots clés : Dunes ; désertification ; croissance.

Les énergies renouvelables et le développement le développement des régions sahariennes : Cas du pompage solaire photovoltaïque

Labeled S.

Route de l'observatoire- BP 62 – Bouzaréah – Alger (16340)- Algérie - labeled@cdler.dz

Résumé

L'aménagement du territoire Algérien, à moyen et long terme, repose essentiellement sur une utilisation judicieuse des Hauts Plateaux et des régions sahariennes, en raison d'une croissance démographique, qui verra la population algérienne doubler à l'horizon 2020.

Ce vaste territoire, aux caractéristiques géographiques et sociologiques très contrastées, représente près de 85 % de la surface du pays. Avec une pluviométrie très faible, le recours aux ressources souterraines devient alors une nécessité pour le développement de sites pouvant accueillir un éventuel flux de populations.

Les énergies renouvelables offrent une alternative viable, même économiquement. Leurs nombreux avantages (modularité, simplicité, production décentralisée, sans bruit, sans pollution, etc.), conviennent parfaitement aux spécificités du sud algérien : disponibilité d'eaux souterraines, faible population, besoins énergétiques limités, etc.

Le pompage solaire photovoltaïque est donc appelé d'un côté, à jouer un rôle primordial dans la fixation des populations, et de l'autre, offre la possibilité préserver les nappes et les réserves en évitant leur surexploitation.

Cet article fait le point sur l'état de l'art du pompage photovoltaïque comme application importante de l'énergie solaire, mais aussi, comme segment de marché actuel et futur.

En particulier il s'attardera sur les techniques utilisées tout en abordant les aspects liés aux coûts des systèmes de pompage. Un exemple de projet d'envergure régionale MEDA (Algérie, Tunisie, Maroc) sera présenté, tout en mettant l'accent sur une nouvelle innovation technologique dans ce domaine.

Il s'agit du couplage d'un variateur de vitesse avec un groupe motopompe, afin de pouvoir atteindre des profondeurs d'une centaine mètres.

En dernier lieu, les perspectives de développement de cette application seront analysées à la lumière des besoins futurs en eau potable et pour l'agriculture, tout en mettant l'accent sur les mesures incitatives y afférentes, afin d'encourager le recours à cette source d'énergie prometteuse.

Utilisation de la maille extrudée pour la stabilisation des formations éoliennes

Tolba K. *, Chouial A., Amraoui A.

* INRF, BP 37, Chéraga, Alger. Algérie. tolbakamel@yahoo.fr

ملخص

قام المعهد الوطني للأبحاث الغابية بمساهمة الشركة الوطنية للمواد البلاستيكية بعدة تجارب في إطار تثبيت الكثبان الحبية بالمواد اللدنة. تضمنت هذه التجارب على المحتويات التالية : نفذ الشبكة، شدتها ضد الرياح القوية، تقنيات ربطها و مدة عمر الجهاز. الأسوجة بالشبكة اللدنة مضادة للرياح سمحت بتوازن التراكمات الرملية. تحسين الشبكة اللدنة أعطت أكثر مقاومة للحالات المناخية القصوى. المواد البلاستيكية تقدم نفس الامتيازات كالمواد النباتية الجامدة و زيادة عنها مشاكل تنظيم الأسوجة، تواجدها و سرعة التنفيذ لم تطرح. مدة عمر الجهاز يتجاوز من سنة إلى 10 سنوات بالمواد اللدنة المتحسنة خلقت 2 2 x م م شبه مناخ دائم في الوسط الكثبانى. امام و خلف الاسوجة التقينا نفس التراكم الرملى مما أوقف الانجراف الريحي. النفذ الأعلى صعدي إلى 50 % بعد عدة تجارب في الميدان باستعمال أربعة شبكات مختلفة النفذ مما سمح لنا بالتثبيت الميكانيكي في التشكيلات الريحية و كذلك الصعود البيولوجي و نجاح المشاتل.

Résumé

L'institut national de la recherche forestière (INRF) a uni ses efforts avec l'entreprise nationale de la plasticulture (ENPC), dans le cadre d'une série d'essais d'utilisation de matériaux synthétiques pour la fixation des dunes vives.

Les essais ont porté sur la porosité de la maille, sa résistance aux vents forts, les techniques d'attache et la durée de vie du dispositif.

Les palissades en maille plastique extrudée à haute densité, dressées perpendiculairement au vent dominant, ont permis d'équilibrer le bilan sédimentaire des formations éoliennes.

Les différentes améliorations apportées au matériau plastique, ont permis aux palissades de résister aux conditions climatiques extrêmes. Les matériaux synthétiques procurent les mêmes avantages que les produits végétaux inertes et, de plus, les problèmes de l'homogénéité, de la disponibilité et de la rapidité d'exécution ne se posent pas.

La durée de vie du dispositif de fixation mécanique des dunes passe ainsi de : 1 à 10 ans.

Les palissades en maille plastique améliorée, dont la porosité se situe entre 40 et 60 %, de couleur noire, ont créé un micro-climat stable dans le milieu dunaire.

De part et d'autre des palissades, on a enregistré le même dépôt de sable sous forme de « chevrons », mettant ainsi fin à l'érosion éolienne.

La porosité optimum est atteinte à 50 % après une série d'essais utilisant quatre différentes mailles. Cela a permis la stabilisation mécanique des formations éoliennes, suivie d'une remonté biologique.

Mots clés : Dunes, bilan sédimentaire, palissades, maille plastique, porosité, fixation.

L'éolien, énergie du futur

Etsouri K.

Institut National Agronomique

Résumé

Prévue pour la mise en valeur des zones isolées, désertiques, pour les parcours pastoraux et pour la délimitation du territoire, l'éolienne sert aussi comme point de ralliement, et le tout pour un coût faible.

L'élément principal d'une éolienne, qu'il s'agisse de l'ancien moulin à vent ou de l'aérogénérateur le plus performant, est le capteur.

Ainsi le développement des éoliennes passe par la recherche de la meilleure forme des capteurs.

Les leçons apprises, suite aux expériences acquises par les laboratoires œuvrant dans ces domaines, nous ont orienté à développer plus l'éolienne à axe vertical, que nous pensons plus adaptée à nos besoins quotidiens, que sa cousine à axe horizontal.

La technique de fabrication des éoliennes est bien maîtrisée depuis longtemps ; reste la performance et la fiabilité qui posent un sérieux problème de choix pour les deux grandes écoles : faut-il vaincre et dompter le vent avec des éoliennes à conception mastodonte et lourde, ou à conception légère et rapide ?

Notre choix à nous, se veut une éolienne à axe vertical, de taille moyenne, d'inertie variable, permettant une adaptation au vent du milieu d'implantation et de rendement recommandable.

Le but recherché est d'introduire ce produit nouveau dans l'économie nationale, par utilisation de l'industrie existante, en établissant des collaborations pour le suivi du développement et la garantie de la fiabilité.

Les résultats obtenus nous ont encouragé à réaliser un prototype à l'échelle réelle (1/1) et de déposer le brevet de cette éolienne purement et complètement algérienne.

*Biodiversité des abeilles sauvages sociales et solitaires
et leur importance en milieux aride et semi aride*

Bendifallah L.

*Université M'hamed Bougara Boumerdes. Faculté des Sciences. INA. El Harrach. Alger -
bendif_l@yahoo.fr*

Résumé

Les abeilles jouent un rôle prépondérant dans les milieux naturel et agricole.

L'étude de leur diversité, à travers les milieux aride et semi-aride, a permis de connaître plus d'une centaine d'espèces d'abeilles, dont cinq taxons sont endémiques en Algérie.

Cinq familles et vingt genres sont inventoriés.

Plus de 64 espèces végétales sont butinées par les abeilles solitaires, notamment des plantes ayant des propriétés médicinales.

L'action des conditions climatiques sur les populations d'abeilles est étudiée également.

***Biodiversité et connaissance de la faune culicidienne
dans la région l'Oued Righ (Touggourt et Djamaa)***

Bebba N.

Département de biologie, Institut des sciences et sciences de l'ingénieur, UMKB - BP.145
Biskra-Algérie. nadjet.bebba2@caramail.com - nadjetbebbadz@yahoo.fr

Résumé

Nous avons contribué, pendant une période de 8 mois, de mai à décembre 2002, à l'élaboration d'un inventaire de la faune culicidienne de la région de Oued Righ, territoire situé au Nord-Est du Sahara algérien, dans un bassin de forme rectangulaire.

Notre travail, effectué dans 4 gîtes situés dans cette région, s'est achevé par la détermination de 13 espèces de *Culicidae*, réparties en 4 genres : *Culex*, *Aedes*, *Anopheles* et *Culiseta*, et 2 sous familles : *Culicinae* et *Anophelinae*.

Parmi les *Aedes*, les espèces les plus fréquemment rencontrées sont représentées par *Aedes caspius* et *Aedes dorsalis*.

Leurs gîtes préférentiels sont les eaux relativement salées.

Les espèces *Aedes detritus* et *Aedes mariaae*, sont partiellement peu abondantes.

Par contre, les autres espèces du genre *Aedes*, sont strictement rares. Elles ne sont représentées que par un ou deux individus.

Parmi ces espèces, nous avons *Aedes dzeta* et *Aedes flavescens*, jamais signalées en Algérie.

Le genre *Culex* est représenté par *Culex pipiens*, *Culex pusillus*, *Culex modestus* et *Culex theileri*, que l'on a récolté en faible densité, dans les mêmes types de biotopes que les *Aedes*.

Quant aux genres de *Culiseta* et *Anopheles*, ils ne sont représentés respectivement dans nos gîtes, que par une seule espèce.

Si l'espèce *Culiseta annulata* a une faible représentativité avec 11 individus seulement dans le gîte de Merdjedja, l'espèce *Anopheles labranchiae* est abondante et se trouve dans les quatre gîtes prospectés de la région de Oued Righ : Merdjedja, Rannou, Aïn Djenane et Dechra.

Afin d'examiner la relation qui s'instaure entre la structure du biotope (gîtes larvaires) et l'organisation du peuplement de *Culicidae*, plusieurs indices écologiques ont été utilisés ainsi qu'une étude statistique composée d'une analyse de variance et d'une analyse factorielle des correspondances.

Mots clés : *Aedes caspius* ; *Culex pipiens* ; *Aedes dzeta* ; *Aedes flavescens* ;
Inventaire ; *Culicidae* ; *Oued Righ*.

***Intérêt des halophytes dans la lutte contre la désertification :
Etude des marqueurs physiologiques
de la réponse des halophytes à la salinité***

Amroune M. E.* et Belkhdja M.

* Centre universitaire Mustafa Stanbouli de Mascara - amrounemohamed2003@yahoo.fr

Résumé

Ce travail est une étude comparative des échanges gazeux photosynthétiques et respiratoires des chloroplastes foliaires isolés et des disques foliaires, de deux espèces : l'une halophytes (*Atriplex halimus L.*), l'autre glycophyte (la fève).

Les plantes sont stressées à la solution saline composée de $\text{NaCl}^+ \text{CaCl}_2$, à 400 meq.l-1 et 600 meq.l-1 de solution nutritive de Haogland et à l'eau de mer diluée (50 %) et non diluée.

Les échanges gazeux sont mesurés durant 30 mn à travers l'oxygène dégagé au cours de la réaction photosynthétique en conditions d'éclairement et l'oxygène absorbé au cours de la respiration en conditions obscures à l'aide de l'appareil de WARBURG.

Les résultats obtenus montrent que la salinité à l'eau de mer ou au $\text{NaCl}^+ \text{CaCl}_2$, agit sur les activités respiratoire et photosynthétique. Ces activités varient cependant selon la concentration du milieu, la nature du stress et l'espèce végétale.

En effet, les échanges gazeux des chloroplastes foliaires des plants d'*Atriplex halimus L.*, subissent une diminution de l'absorption d'oxygène sous la concentration à 400 meq.l-1 de $\text{NaCl}^+ \text{CaCl}_2$; par contre, les chloroplastes foliaires des plants de fève absorbent davantage d'oxygène respiratoire lorsque la concentration augmente à 600 meq.l-1 de $\text{NaCl}^+ \text{CaCl}_2$.

L'arrosage à l'eau de mer sans dilution provoque un ralentissement de l'activité respiratoire des chloroplastes, aussi bien pour l'*Atriplex halimus L.* que pour la fève.

L'activité photosynthétique des chloroplastes foliaires des plantes d'*Atriplex halimus L.*, est favorisée sous stress à 400 meq.l-1 de $\text{NaCl}^+ \text{CaCl}_2$, par rapport aux chloroplastes foliaires des plantes de la fève.

Le dégagement de l'oxygène chez les chloroplastes foliaires des plants de fève, est provoqué sous stress à l'eau de mer non diluée, alors qu'il est plus intense chez les chloroplastes foliaires des plantes d'*Atriplex halimus L.*

Mots clés : *Oxygène respiratoire, oxygène photosynthétique, échanges gazeux, appareil de Warburg, chloroplastes foliaires, disques foliaires, Atriplex halimus L., fève, salinité.*

La performance de géotypes de blé dur (*Triticum durum* DESF) sous irrigation déficitaire régulée, en environnement semi aride

Chennafi H.¹, Bouzerzour H.¹, Aidaoui A.¹, Chenafi A.³

¹ Faculté des Sciences, Université Ferhat Abbas, Sétif, 19000.

² Ecole Nationale d'Agronomie. El Harrach. Alger.

³ Université A. Mira de Bejaia.

Email : Université Sétif - hourd2006@yahoo.fr.

Résumé

L'agriculture irriguée contribue avec une part très importante à l'amélioration de la production grain du blé dur. Cependant, les prévisions pessimistes sur les ressources en eau de l'Algérie semblent inquiétantes. Néanmoins, une gestion stratégique de ce patrimoine naturel peut améliorer et stabiliser la production. A cet effet, la recherche de gestion appropriée en fonction du matériel végétal, des conditions de sol et de climat, suivie d'une pratique adéquate des techniques des apports en eau, est nécessaire.

C'est dans ce but qu'une expérimentation a été menée au sein de l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC/Station de Sétif). Deux types de variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) *waha* et MBB, ont été testées à l'apport d'eau limité et régulé : T1 (100 % ETM), T2 (75 % ETM), T3 (60 % ETM), T4 (100 % ETM + 75 % ETM) et T5 (pluvial).

Le suivi de l'humidité par pesée des pots est effectué au moins deux fois par semaine pour contrôler les niveaux des apports d'eau limités.

Les résultats montrent que le gain moyen du rendement grain dû à l'apport d'eau limité sur les quatre traitements irrigués et les deux variétés, est de 541 % en comparaison avec le pluvial.

La moyenne de production en grain est de 78,80 q/ha et celle de la productivité de l'eau, est de 27,72 kg/ha/mm.

Mais, l'efficacité d'utilisation de l'eau diminue avec l'accroissement des quantités d'eau apportées.

Les résultats de cette étude suggèrent que le cultivar local MBB répond mieux aux apports d'eau limités de 75 % ETM et 60 % ETM. Tandis que, la variété améliorée *waha* semble valoriser les apports des niveaux d'eau plus élevés et avant l'épiaison.

L'irrigation limitée sur blé dur associée aux facteurs de gestion du milieu constitue une stratégie pour améliorer la production. En l'occurrence, une gestion adéquate, est indispensable pour mieux cerner les pratiques culturales et l'utilisation du matériel végétal.

La performance de variétés de blé dur peut contribuer à l'amélioration de l'efficacité de la productivité de l'eau par les caractéristiques d'adaptation du système racinaire et de l'efficacité d'utilisation de l'eau.

Mots clés : *Irrigation limitée régulée, productivité de l'eau, efficacité d'utilisation de l'eau (EUE), types de variétés blé dur, performance variétale*

Techniques d'irrigation sous pivot : problèmes et solutions

Etsouri K.

Institut National Agronomique d'El Harrach Alger.

Résumé

Utiliser le Pivot comme moyen d'irrigation, c'est démarrer perdant d'environ 60 % de l'énergie nécessaire.

Le système est très gourmand en énergie et n'est pas adapté à nos réalités socio-économiques.

Un bilan objectif et réel permet de voir si les dispositifs installés ainsi que leur choix sont encore judicieux.

L'exemple concret de l'introduction des pivots dans le sud du pays est un acte irréfléchi, mais nécessaire, pour débiter une agriculture qui se veut moderne.

En réalité c'est, de l'abondance d'eau, d'engrais, de travail et de subventions de l'Etat aux agriculteurs que le pivot a pu résister toute une quinzaine d'années au Sud du pays.

Celui-ci nous fait perdre une énergie énorme sur l'existant et une privation sèche de 300 % de superficie, qui aurait pu être cultivée avec les mêmes moyens dans les mêmes temps par utilisation de sa jumelle : la rampe frontale améliorée.

Les techniques d'irrigation pour les petits et les grands périmètres sont alors plus adaptées et rendues encore plus adéquates.

Le Pivot se trouve immobilisé avec son alimentation par une bouche d'eau fixe.

Le travail de recherche que nous avons effectué, nous a permis de solutionner ce problème par la mise au point d'une "prise d'eau adéquate", avec le transfert simultané de l'eau et de l'électricité.

Il nous a permis de nous affranchir de cet inconvénient et de concevoir une bouche mobile, adaptée aux rampes linéaires, équipées de toutes les commandes nécessaires et ce sera l'objet de notre intervention.

***Contribution des boues résiduaires à la fertilité du sol
et à la production fourragère de l'orge (*Hordeum vulgare* L.)***

Boudjabi S.

Maître assistant université de Tébessa - soniabeida@hotmail.com

Résumé

La céréaliculture pratiquée dans les sols des Hautes Plaines de l'Est algérien laisse des résidus qui sont généralement ramassés.

En l'absence de cette source de matière organique, la régénération du sol devient difficile, et ce dernier perd sa fertilité physique : porosité, structure, conductivité hydraulique.

Du côté biochimique, la matière organique constitue une source énergétique pour les microorganismes du sol qui, à leur tour, la transforment en minéraux assimilables pour la plante.

Dans le but d'une substitution de cette matière organique d'origine végétale par les boues résiduaires, le présent projet portera sur l'étude comparée des propriétés physiques d'un sol cultivé en orge à double fin, ainsi qu'à la contribution de cette boue résiduaire à la production de cette plante fourragère.

L'étude a été conduite sous serre au cours de l'année 2003-2004, à l'Institut Agronomique du Centre Universitaire d'Oum El Bouaghi. Il s'agit d'une expérimentation en pots qui a porté sur des amendements en boue (50 g, 100 g, 150 g/pot) et en azote (0,17 g, et 0,34 g d'urée/pot). Ces traitements sont comparés à un témoin non fertilisé.

Le suivi a été réalisé sur des variables morphologiques et physiologiques, ainsi que sur la productivité chez la plante. Les paramètres sol pris en compte sont surtout d'ordre hydrophysique : la porosité, la conductivité hydraulique et d'ordre biologique, la teneur en matière organique.

Les résultats obtenus montrent que la plante répond positivement à tous les amendements ; par contre les propriétés physiques et chimiques du sol s'améliorent significativement par l'utilisation de la boue résiduaire. Cette amélioration a induit au sol un fonctionnement hydrique meilleur par rapport au témoin.

Mots clés : *Orge, Boue résiduaire, Azote, Hydro physique.*

Stratégie et techniques de lutte contre l'ensablement

Tabet A.¹, Houari M.²

¹ Magistère en Aménagement du Territoire - amine1178@yahoo.fr

² Ingénieur d'état en Aménagement du Territoire. Université de Constantine

Résumé

De par sa nature, la lutte contre l'ensablement doit s'inscrire dans le cadre d'un plan national, ou régional, de lutte contre la désertification, ou de développement des terres arides d'un pays définissant le programme, la nature et le coût des interventions, ainsi que leurs priorités.

A défaut de cet outil d'intégration, de programmation et d'exécution, le technicien doit rassembler les éléments et les données nécessaires à l'élaboration d'un programme d'interventions couvrant l'ensemble de sa zone d'action.

Dans cette perspective, la stratégie à développer repose sur deux étapes : la première constitue la phase préparatoire ou d'orientation, la seconde est dite phase opératoire ou de réalisation.

La Phase préparatoire préliminaire consiste à entrer en contact avec les populations concernées sur le terrain, en vue d'identifier les phénomènes d'ensablement contre lesquels il faudra lutter et établir en conséquence le programme et les schémas d'intervention et cette étape regroupe :

- le contact et l'information : recueil d'informations socio-économiques à travers l'organisation de réunions d'information et de sensibilisation des populations ;
- des observations de terrain : elles consistent généralement en une prospection généralisée de la zone d'intervention et en études localisées des aires d'accumulations sableuses menaçantes ;
- l'analyse et le dépouillement des données recueillies au niveau de chaque périmètre renseigne sur l'importance, la nature et le coût des interventions et permet, par voie de conséquence, d'élaborer un programme d'intervention pour l'ensemble de la zone.

La Phase opératoire : après avoir discuté avec les parties concernées et arrêté définitivement le plan d'intervention d'un périmètre, le technicien entame la seconde phase du projet qui est la phase opératoire. Elle comporte :

- l'exécution du plan d'intervention précité (travaux neufs) consiste en l'installation d'un système de protection contre l'ensablement en faisant appel à diverses techniques ;
- le suivi et l'entretien des réalisations (travaux anciens) : après l'installation du dispositif de protection (mécanique, biologique, ou combinée), le technicien est appelé, pour la réussite de l'intervention à assurer une surveillance de son dispositif et lui apporter les soins et entretiens nécessaires jusqu'à la protection définitive du site menacé ;
- l'aménagement et la gestion des réalisations : en matière de lutte contre l'ensablement, le technicien forestier cherche, à travers son intervention, une stabilisation définitive et aussi durable que possible de l'accumulation sableuse traitée.

La stabilisation définitive ne peut être prodiguée que par l'installation et la réussite d'une végétation adaptée aux conditions locales.

La durabilité ou la pérennité de la stabilisation quant à elle, dépend du maintien de la couverture végétale protectrice des sols dunaires.

Ainsi, avec l'installation de la couverture végétale appropriée, le technicien instaure une mise en défens intégrale par un gardiennage strict.

Le milieu dunaire et son aptitude à la plantation

Nedjimi B.

Centre Universitaire de Djelfa - bnedjimi@yahoo.fr

Résumé

La désertification est, dans la dernière décennie, l'un des problèmes les mieux perçus auquel le monde soit confronté.

Le terme en lui-même, est devenu un mot familier, que chacun répète sans en comprendre vraiment le sens.

C'est un bon exemple de problème mondial, où l'on parle plus que l'on n'agit.

Les dunes constituent un milieu qui offre des conditions d'installation et de croissance difficiles à l'égard de toutes les espèces végétales.

Toute plantation devra en tenir compte, d'abord par l'utilisation d'espèces qui s'adaptent aussi bien que possible à ce milieu particulier, ensuite en mettant à profit l'humidité relative des couches sous-jacentes par des techniques appropriées.

Mots clés : *Désertification, fixation biologique, dune, bas-fonds*

Recherche d'un modèle de fixation mécanique des dunes à l'aide de l'utilisation de la maille plastique extrudée et des piquets en plastique : Cas du cordon dunaire, Djelfa - Algérie

(Evaluation des résultats après 20 ans)

Chouial A.*, Roula B., Nedjahi A., Kadik B., Amraoui A. et Brague A.

*alchouial@yahoo.fr

Résumé

L'Institut National de la Recherche Forestière, développe depuis quelques années des activités de recherche s'articulant autour des questions liées à la lutte contre l'ensablement.

Cette approche expérimentale vise à tester, dans les conditions climatiques et écologiques particulières de la zone semi-aride cas d'El Mesrane (Djelfa), des techniques de fixation mécanique et biologique des dunes continentales.

Les travaux de recherche entamés dans le domaine de la fixation mécanique des dunes, ont porté, essentiellement au début, sur des essais comparatifs d'utilisation des matériaux végétaux (locaux) inertes, tels que : les fascines de pin d'Alep, les roseaux, les palmes sèches et les branches de laurier rose.

Compte tenu de l'ampleur qu'a prise ce programme à partir de 1985, il s'est vite avéré que ces matériaux n'arrivent pas à satisfaire les besoins urgents. Leur utilisation a permis d'obtenir de très bons résultats. Mais elle a montré aussi quelques inconvénients, principalement : indisponibilité en quantités suffisantes de ces matériaux et difficulté de leur installation (lente et pénible).

Face à cette situation, l'INRF a tracé des objectifs centrés autour d'une approche expérimentale visant à rechercher et tester les différents matériaux susceptibles de satisfaire qualitativement et quantitativement les besoins urgents des travaux de fixation des dunes.

Parmi ces matériaux, la maille plastique, en tant que produit industriel, semblait peu satisfaire aux exigences techniques d'une bonne palissade (micro brise-vent) et pourrait répondre en quantités suffisantes aux besoins des travaux de fixation des dunes. Un autre avantage qu'offre ce produit industriel est la possibilité d'apporter n'importe quelle modification sur ce matériau permettant d'améliorer sa qualité en tant que palissade de protection mécanique, notamment résistance et perméabilité.

Compte tenu des possibilités d'utilisation éventuelle que présente la maille plastique, l'INRF a uni ses efforts avec l'ENPC de Sétif (Entreprise Nationale de Plastique et ses Composés, Unité de Fabrication de la Maille Plastique), dans le but d'améliorer ce produit et surmonter les handicaps liés aux inconvénients enregistrés.

Dans ce contexte, des dizaines de protocoles expérimentaux ont été conçus et réalisés à partir de 1985.

Dans cet article, nous exposons les résultats d'une série d'expérimentations (07 essais) qui ont testés les différents types de la maille plastique et quelques prototypes de piquets, ainsi que des tests de densité de carroyages et autres paramètres.

Au début de son utilisation, la maille plastique a révélé certains problèmes, tels que : des déchirures au niveau des palissades et des points d'attache et une durée de vie très courte. Ces contraintes, ont été rapidement prises en charge dans la deuxième série d'expérimentations.

Les améliorations successives apportées sur la maille et les piquets en plastique ont aboutis à des résultats satisfaisants sur le plan technique.

Mots clés : *Fixation mécanique, dunes, maille, piquet, plastique, déchirures, amélioration.*

*Salinisation des sols sahariens de l'Algérie.
Causes et méthodes de lutte : Cas de la vallée de l'Oued Righ*

Hafouda L.

(Magistère en Sciences agronomiques, Option Hydraulique). Station INRAA, Sidi-Mehdi. BP 17 : Touggourt (w) Ouargla Algérie. Tél : 029/69/31/61. Fax : 029/69/32/88. Email : hafoudalamine@yahoo.fr

Résumé

Dans les sols agricoles sahariens, la salinisation est de type secondaire ; elle dépend :

- de la qualité de l'eau d'irrigation,
- du niveau et de la salure de l'eau de la nappe phréatique,
- de la conductivité hydraulique du sol,
- de la demande climatique (évaporation des eaux).

La vallée de l'Oued Righ, est l'une des principales régions phœnicicoles en Algérie. Elle regroupe de nombreuses palmeraies couvrant 20 000 ha, dont 8 000 ha ont été mis en valeur depuis 1986 (DSA d'El Oued Souf et de Ouargla 2003).

Dans cette région, la nappe phréatique est omniprésente à une faible profondeur (0,5 à 1 m) dans toute les palmeraies ; elle est saumâtre (la teneur de ces eaux varie entre : 10 et 36 mmhos/cm) dans la plupart des cas.

Les fluctuations et l'évaporation de la nappe, sous l'effet des conditions climatiques et édaphiques régionales, favorisent la migration des sels des eaux de la nappe phréatique, et par conséquent leur accumulation dans les couches du sol ; de ce fait, elle provoque :

- la stérilité des sols,
- la chute de rendements,
- la perte d'emplois et la dévalorisation de l'activité agricole,
- la sénescence de la végétation, ce qui accentue le phénomène de la désertification.

Afin d'éviter cette situation, nous avons essayé de répondre aux questions suivantes :

- A quel niveau l'évaporation de la nappe, et en conséquence la migration des sels, est-elle sensiblement ralentie ?
- Avec quel type d'aménagement hydroagricole peut-on éventuellement contrôler ce niveau ? Ceci doit être étudié sous les conditions propres aux régions sahariennes.

Dans ce travail :

- Nous nous intéressons à la quantification des bilans des sels dans différentes parties du sol dans une oasis de l'Oued Righ.
- Nous proposons une stratégie pour un développement durable des régions sahariennes dans le domaine agricole.

***Exploitation et gestion actuelle des parcours steppiques.
Cas de la région de Thlidjène (Tébessa - Algérie)***

Kanoun M.¹, Kanoun A.¹ et Bellahrache A.²

¹ *Unité de recherche sur le pastoralisme INRAA, Djelfa*

² *Unité SIG INRAA, Alger*

Résumé

Les parcours naturels constituent la principale composante du système de production pastoral. En fait, l'alimentation du cheptel repose essentiellement sur l'utilisation des ressources pastorales.

Aujourd'hui, cet espace connaît une dynamique régressive, causée par des pratiques de moins en moins soucieuses de la gestion du milieu et de la préservation des ressources.

La région de Thlidjène (Tébessa) est une zone typique, où les activités agropastorales représentant la base de son économie, n'échappe pas à cette dégradation des parcours.

La combinaison de deux approches méthodologiques (participative et télédétection) a permis de mettre en évidence l'ampleur de la dégradation et l'évolution des superficies des parcours.

En l'espace de deux décennies, la superficie des pâturages naturels a diminué de 42 % entraînant la disparition des meilleures ressources fourragères spontanées de la région.

Malheureusement, cette situation de raréfaction des disponibilités alimentaires s'est accompagnée de pratiques d'élevage qui renforcent les impacts écologiques négatifs.

Enfin, cette présentation tentera d'aborder les nouvelles options de développement des zones arides et semi-arides réalisées dans le cadre des politiques agricoles.

Des signes satisfaisants caractérisent ce processus d'évolution offrant ainsi des opportunités de réhabilitation des parcours dégradés et l'espoir de réduire les effets de la désertification.

Mots clés : *parcours ; dynamique régressive ; pratiques ; indicateurs ; politiques agricoles ; désertification.*

Approche anthropique du phénomène de désertification en milieu steppique : Cas des Hautes Plaines du Sud oranaises.
(Algérie occidentale)

Hadeib M.

*Maître de Conférences au département de Géographie et d'Aménagement du Territoire.
Chef de projet et chercheur-associé au CRASC d'Oran. E-mail : hadidom@yahoo.com*

Résumé

Il est évident qu'il existe une interaction entre les sociétés et les paysages ; personne ne le nie ; mais la question fondamentale qui se pose est celle de l'origine ou bien des facteurs qui sont derrière cette interaction ; notamment quand elle perturbe l'équilibre écologique d'une région.

Les Hautes Plaines sud oranaises représentent une région steppique à vocation pastorale, dont le milieu naturel est fragile.

Ne permettant pas un peuplement dense, les caractéristiques biogéographiques de la steppe ont permis à l'homme de s'y adapter en adoptant le nomadisme comme mode de vie. Ce dernier est fondé sur les déplacements saisonniers des hommes et des troupeaux entre le nord et le sud. Cette forme d'adaptation de l'homme à son milieu a engendré un certain équilibre écologique qui a duré des siècles.

Actuellement, cet équilibre est rompu.

Le phénomène de désertification de la steppe ne cesse de s'étendre et tend à contrarier le processus de développement d'un espace longtemps marginalisé et défavorisé.

Notre intérêt se focalise beaucoup plus sur la dynamique de ce déséquilibre, sur sa dimension historique, économique et sociale. Autrement dit, comment cette société traditionnelle a-t-elle atteint ce degré de déstructuration ?

Comment cette déstructuration a entraîné à la fois, une dégradation des paysages et un vaste processus de désertification ?

Les réponses à ces questions sont fondamentales pour la compréhension des sources de ce problème écologique, de son déclenchement, de sa propagation.

La crédibilité, la faisabilité et l'efficacité des actions d'aménagement en dépendent totalement, ou presque.

Mots clés : *Paysage, équilibre écologique, Hautes Plaines sud oranaises, région steppique, nomadisme, désertification.*

*Les tentatives d'aménagement agropastoral
dans une zone steppique : Le Hodna*

Hadjab M.

Chott-el-hodna@hotmail.com

Résumé

Il est important de savoir que le secteur agricole a subi plusieurs tentatives d'actions, des projets d'aménagement et de restructuration (autogestion, révolution agraire, APFA, EAI/EAC, PNDA).

Les principaux objectifs de ces tentatives sont : la fixation des populations, l'amélioration de leur niveau de vie et la garantie d'un revenu décent, la mise en valeur et la protection des milieux naturels.

A cet effet, l'Etat a investi et continue de le faire encore.

Malgré cela, on ne voit pas sur le terrain des résultats d'ensemble encourageants :

- accentuation de la désertification,
- salinisation des sols,
- surexploitation des nappes souterraines, etc., et
- production agricole régressive.

Ce qui est dû, à notre avis, à plusieurs facteurs :

- désorganisation générale du secteur (plusieurs intervenants),
- manque d'études scientifiques des projets de développement,
- mauvaise gestion et suivi insuffisant ou inexistant de ces projets ;
- manque de vulgarisation et de sensibilisation sur le terrain.

Cependant, il ne faut pas nier les grands efforts que l'Etat consacre à ce secteur, surtout au point de vue financier, pour relever le niveau de ses activités vitales et durables pour l'économie algérienne, dont les potentialités en terre et en eau existent, mais sont mal gérées.

Par le biais de ce poster, nous allons essayer d'analyser les facteurs essentiels qui entravent la réussite agricole dans une zone steppique fragile à caractère aride.

Mots clés : *Conditions naturelles, steppe, aménagement, mise en valeur, restructuration, protection.*

Essai de production d'un inoculum à base de Rhizobia pour colonisation des sols algériens pauvres

Dekkiche S., Mokrani D., Riah N., Benguedouar A., Djekoune A.

Département de sciences de la nature, labo de biotechnologie. Université Mentouri, Constantine. Algérie - Lune2_samia2000@yahoo.fr

Résumé

En plus de leur rôle nutritionnel, les légumineuses jouent également un rôle écologique important, en tant que plantes pionnières, pour la colonisation de sols pauvres ; ainsi elles peuvent constituer un modèle de choix pour lutter contre la désertification.

Ces propriétés sont en partie dues à la capacité des légumineuses à établir une symbiose mutualiste fixatrice d'azote avec des bactéries particulières du sol appelées *rhizobia*.

C'est dans ce but que nous nous sommes intéressés à l'étude des *rhizobia* qui nodulent la plante légumineuse *Cicer-ariétinum L.*

Trois bactéries isolées des nodules de cette plante ont servi pour la production d'un *inoculum*, dont le support est de la tourbe neutre et stérile importée de l'ICARDA.

Les facteurs de contrôle appliqués au cours et après la production dans le fermenteur, notamment le dénombrement des souches de *rhizobia*, montrent la bonne qualité l'*inoculum* produit.

En effet après un stockage de trois mois à 4° C un nombre variant entre 108-109 bactéries viables par gramme de tourbe est obtenu.

Mots clés : *Nodules, Cicer-arietinum L., Colonisation, Symbiose, Environnement, Rhizobia.*

Etude sur le phénomène de feuilles cassantes chez le palmier dattier

Boumaraf Saadi I.

Chargée d'étude. SRPV B.P 434 PR 07000 Biskra ; Tel Fax : 033-73-24-86 -
Saadiines@yahoo.fr

Résumé

La maladie des feuilles cassantes est une maladie mortelle. D'après Djerbi, elle est apparue en 1979 à Ghardaïa et à Adrar en Algérie, et en 1983 dans les oasis du Sud tunisien (Djérid), à la frontière algéro-tunisienne où le nombre de pieds touchés est très important.

C'est une maladie qui affecte les palmiers dattiers de tous âges et de toutes les variétés.

Les symptômes en sont les suivants : un développement anormal des palmiers, les folioles deviennent pâles, se dessèchent, puis il y a l'apparition des stries de couleur brune. Elles prennent un aspect frisé et toutes les parties de l'arbre deviennent cassantes. Le palmier meurt au bout de 2 à 3 ans, du début de l'apparition des symptômes.

Les causes de la maladie restent inconnues. L'hypothèse d'une carence nutritionnelle a été avancée, suite à l'observation d'un taux de Manganèse, anormalement bas, au niveau des folioles ; la pulvérisation ou l'injection d'une solution de Sulfate de Manganèse entraîne une reprise du palmier, mais celle-ci dure seulement six mois à un an, puis les symptômes réapparaissent (Rhouma A., 1996)

Vu la propagation inquiétante de cette maladie dans le Sud Est algérien, nous avons pris en charge ce problème pour essayer de déterminer l'agent causal.

ملخص

يعتبر مرض تكسر سعف النخيل خطير لأنه يقتل النخلة، و قد ظهر هذا المرض سنة 1979 في غرداية و أدرار ، و في سنة 1983 ظهر في واحات جنوب تونس (الجريد) على الحدود الجزائرية التونسية أين يتواجد عدد كبير من النخيل المصاب.

يصيب هذا المرض نخيل التمر بجميع أعمارهم و أصنافه.

أعراض المرض :

تطور غير طبيعي للنخيل حيث يكون السعف باهت و يتكسر، ظهور خطوط بنية اللون ثم تأخذ شكل

ملتوي حيث يصبح الجريد سهل

التكسر، وأخيرا تموت النخلة في مدة من عامين إلى ثلاث سنوات.

أسباب ظهور المرض تبقى

مجهولة لحد الساعة و احتمال نقص

في مواد التغذية يبقى وارد و هذا

في Mn لثبوت نقص مادة المنغنيز

السعف. رش هذه المادة أعطى نتائج

مرضية حيث اختفت أعراض هذا

المرض بعد رشه مدة تراوح ما بين

06 أشهر الى عام

*La sélection de variétés de blé
adaptées aux stress environnementaux :
Une voie participative pour une agriculture durable*

Hacini N. & Brinis L.

Faculté des sciences, Département de Biologie, Université Badji Mokhtar, Annaba.

Résumé

Ne pouvant lutter ou édifier une stratégie contre les facteurs incontournables de l'environnement, l'homme a essayé de domestiquer des plantes qui ont pu progressivement s'adapter aux contraintes imposées.

Parmi les voies préconisées, la gestion rationnelle des ressources naturelles, notamment hydriques, figure parmi les plus privilégiées.

Ainsi, les grandes cultures, principalement les céréales, occupent annuellement une superficie de 3 millions d'hectares dont % se trouvent en zones arides et semi arides.

Le passage d'une agriculture extensive à une agriculture intensive exige des itinéraires techniques spécifiques à ces aires de culture, susceptibles de mieux valoriser les intrants concédés pour l'obtention de hauts rendements.

Des disciplines comme l'amélioration génétique et la physiologie, participent de plus en plus à l'atteinte d'un tel objectif.

L'exploration des mécanismes physiologiques d'adaptation au déficit hydrique chez les céréales permet d'en sélectionner quelques uns, pour enfin les introduire dans un programme national d'intensification.

Obtenir des plantes qui soient économes dans leur utilisation de l'eau, mais qui donneraient en plus des rendements satisfaisants, même sous des conditions de stress, demeure une des préoccupations essentielles de notre travail.

Mots clés : *Céréale, déficit hydrique, adaptation, génétique, physiologie.*

Quantitatif et caractéristiques des réserves en eau d'origine karstique dans une région semi aride : Cas de la zone de Bouakous Tébessa

Guefaïfia O.

Enseignant-chercheur, centre universitaire de Tébessa

Résumé

L'application des méthodes de l'approche fonctionnelle, sur la base de l'approche hydrologique et de l'approche hydrochimique, a permis de caractériser le milieu karstique constituant les réserves en eaux souterraines.

Pour les cycles étudiés relatifs aux deux sites concernés par l'étude, il a été déterminé des volumes dynamiques, variant entre : 93 913 m³ et 288 000 m³.

Quant aux volumes de transit, ils varient entre : 1 671 408 m³ et 4 487 881 m³.

Mots clés : *Karst, semi-aride, ressources, Bouakous, Tébessa*

Caractérisation de la qualité chimique des eaux souterraines de l'Oued Abiod

Brinis N.¹, Hamel A.², Nezli IeD.³

¹Laboratoire de recherche en hydraulique appliquée- LARHYA. Université de Batna. nafaa_brinis@yahoo.fr

²Direction d'Hydraulique de la wilaya de Biskra.

³Département des sciences agronomiques, Université de Ouargla

Résumé

Ce travail a été réalisé dans la vallée de l'Oued Abiod et concerne la qualité chimique des eaux souterraines dans la région.

Ces eaux, en plus leur utilisation en AEP, sont exploitées dans l'irrigation des cultures, et notamment du pommier et de l'abricotier, activité principale de la population de la région.

En terme de géologie, les différentes nappes exploitées appartiennent à plusieurs entités lithologiques : essentiellement des calcaires, des conglomérats, des alluvions et des grès.

Ce qui laisse déjà supposer, des mécanismes d'acquisition du chimisme de l'eau différents d'une nappe à une autre.

L'objectif donc, est d'essayer de placer dans l'espace chaque faciès chimique et de trouver les éventuelles origines.

Pour cela 20 analyses physico-chimiques ont été effectuées.

Les résultats montrent que :

- 70 % des eaux sont sulfatées calciques,
- 20 % bicarbonatées calciques,
- 10 % chlorurées sodiques.

Pour expliquer quelques liens qui semblent exister entre les éléments chimiques, surtout ceux qui apparaissent comme faciès dominants, nous avons tracé quelques graphes couplant les éléments chimiques.

Ces graphes nous donnent des renseignements sur l'origine des éléments et leur évolution dans l'espace aquifère.

La simulation de la concentration des ions majeurs (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Ca^+ , Na^+ , Mg_2^+ , K^+) sous l'effet de l'évaporation isotherme (25° C) par le logiciel thermodynamique «Phreeqci 2.8», en termes d'équilibres sels/solution, a permis la détermination de l'état (équilibre, sur/sous-saturé) des minéraux responsables de la minéralisation des eaux.

Mots clés : *Aurès, Abiod, Faciès chimique, Calcaire, Grès, Conglomérats, Modèle "Phreeqci"*

*De la caractérisation hydrochimique
d'un système aquifère hétérogène sous climat semi aride :
Exemple de la plaine de Tébessa*

Derias T.

Université Hadj Lakhdar de Batna. Faculté des Sciences de l'ingénieur. Département des Sciences de la Terre - tdrias@hotmail.com

Résumé

La zone étudiée fait partie du sous bassin du Mellègue (extrême Nord- est algérien). Cette zone est caractérisée par un climat semi-aride.

Le système aquifère est formé par des alluvions plio-quaternaires reposant sur un substratum marneux d'âge Eocène.

L'étude hydrochimique classique a montré l'influence de la géologie locale sur le chimisme des eaux.

L'analyse statistique multidimensionnelle a mis en évidence deux profils chimiques au sein de la même nappe :

- le premier profil concerne les eaux de la nappe qui sont en contact avec les formations triasiques ; ces eaux ont un chimisme spécifique (Na, Cl, Ca, Mg, SO_4) ;

- le deuxième profil a lui révélé l'alimentation de la nappe par les calcaires maestrichtiens de bordures, avec un chimisme (Ca, HCO_3).

L'établissement des cartes isofacteurs de la première et de la deuxième composante principales a montré :

- Une minéralisation, due essentiellement à la dissolution des formations évaporitiques du Djebel Djébissa et le lessivage des sédiments quaternaires couvrants la plaine ; elle augmente dans le sens de l'écoulement et présente de fortes concentrations au centre et à l'Est de la plaine.

- Une pollution, provenant de l'infiltration des eaux usées et l'épandage des engrais chimiques ; le secteur de Tébessa et le centre de la plaine sont les plus contaminés.

Mots-clés : *Hydrochimie, ACP, Mellègue, Tébessa.*

Bibliographie

- ESCOFIER B et PAGES, 1990 : Analyses factorielles simple et multiple, objectifs, méthodes et interprétations. Dunod, Paris.

- MUDRY J – BLAVOUX B, 1986 : L'utilisation de l'analyse en composante principale. BRGM, Orléans.

***Amélioration des cultures sous serres en milieu aride
par l'utilisation de nouveaux films plastiques***

Hamou A., Dehbi A. et Messekine S.

Laboratoire d'Etudes des Sciences des Matériaux & de l'Environnement. Département de Physique, Faculté des Sciences, Université d'Oran, Es Sénia, Algérie. Email : ahmedhamou5@yahoo.fr

Résumé

Parmi les techniques de production agricole utilisées en Algérie, la plasticulture occupe actuellement plus de 11 000 ha. Cette technique de production constitue une première approche dans la maîtrise du climat (variabilité, tendance climatique, etc.), et répond en partie aux préoccupations actuelles du monde agricole, savoir : l'augmentation des rendements, la disponibilité permanente des produits et la pratique agricole dans des régions arides et semi-arides.

Le soutien de l'agriculture à travers les différents plans de développement (PNDRA) a contribué à l'augmentation des rendements et devra assurer, dans un avenir proche, une autosuffisance et une sécurité alimentaires.

Cependant, au niveau du film de couverture de serre agricole, la filière plasticole reste en marge des innovations et des techniques modernes de transformation des matières plastiques.

En effet de nouveaux "process" ont vu le jour ces dernières années dans la fabrication de films complexes multicouches. Le film tri-couche PEbd/EVA/PEbd (CELLOCLIM 4S®) et de films 5 couches (GINEGAR®), sont actuellement très utilisés comme couverture de serre et tendent à surclasser le film mono-couche traditionnel en Polyéthylène basse densité (PEbd).

L'introduction du CELLOCLIM 4S® par Prosyn Polyane sur le marché agricole est considérée comme une nouvelle innovation dans ce domaine. Ce film tri-couche possède plusieurs avantages. L'effet climatiseur assure une meilleure pollinisation et une meilleure fructification. Il assure une diminution de l'évapotranspiration qui se traduit par une réduction de l'irrigation. En comparaison avec d'autres films classiques, les températures relevées sont inférieures de 5° C à 11° C (jusqu'à 17° C au Maroc). L'effet lumière diffuse, dû aux bulles de la couche interne, favorise la photosynthèse, grâce à la répartition multidirectionnelle du rayonnement (absence d'ombre dans la serre). L'effet thermique qui se traduit par une augmentation de la température nocturne (2° C à 4° C) en comparaison avec d'autres films. Les autres avantages relevés portent sur la suppression des inversions de températures et la réduction des chocs thermiques.

Les essais sur sites montrent un rendement agronomique de la serre supérieur de 15 à 25 %.

Nous présentons dans ce poster une nouvelle génération de films et l'influence des conditions climatiques (vieillessement, vent de sable, etc.) sur ces matériaux.

Les essais ont été réalisés au laboratoire et sur site (IHFR d'Oran). Les techniques utilisées portent sur les Essais Mécaniques (Traction), Optique (FTIR et Tensions de Surface) et Thermique (DSC).

Mots clefs : *Films plastiques, Milieu aride, Rendement agricole, Innovation.*

***La solarisation du sol, une solution alternative
pour le contrôle durable des bio agresseurs telluriques
(Région de Ouargla)***

Eddoud A.¹, Sellami S.²

¹ Université de Ouargla ; Département d'Agronomie. Laboratoire des Bio ressources sahariennes : Préservation et Valorisation

² Institut National Agronomique : Département Botanique

Résumé

La lutte contre les nématodes, parasites des plantes, les microorganismes telluriques pathogènes et les mauvaises herbes (même parasites), est un défi pour les protectionnistes et les agriculteurs.

Les variétés résistantes, la rotation et les pesticides ne sont pas toujours des options viables de lutte contre ces parasites destructifs.

La crainte des pesticides et l'intérêt pour des méthodes d'agriculture biologique, accentuent les besoins en méthodes alternatives de contrôle des bio agresseurs telluriques.

Le solarisation des sols est une alternative simple, sûre et efficace, par rapport aux pesticides toxiques et coûteux ; elle est maintenant requise pour lutter contre beaucoup de parasites préjudiciables aux sols.

En outre, ce procédé peut s'avérer de grande efficacité, tout en améliorant la production végétale.

Ainsi, différents essais de solarisation du sol ont été menés dans la région de Ouargla, sur plusieurs cultures (maraîchage, grandes cultures et phœniciculture) et ont permis de mettre en évidence l'efficacité de cette technique contre les nématodes, les mauvaises herbes, ainsi qu'une réduction importante d'autres bio agresseurs telluriques.

Ceci est dû essentiellement aux potentialités qu'offre la région, caractérisée par des sols sableux et un fort ensoleillement durant la période estivale ; de ce fait, ils sont appropriés pour le solarisation du sol.

Mots clés : *Solarisation du sol, Nématodes, Mauvaises herbes, Culture, Désinfection du sol.*

*Les perspectives de développement de la pistacheraie
(Pistacia atlantica Desf., et Pistacia vera L.)
à Biskra*

Chebouti Y.¹, Haddad S.¹, Hadid S.² et Chaïb T.²

¹ INRF- B.P. 37 Cheraga- Alger

² Conservation des forêts de Biskra.- B.P. 443 R.P – Biskra - Chyahia56@yahoo.fr

Résumé

Le pistachier genre *Pistacia*, avec le *Pistacia atlantica Desf.*, espèce existant actuellement à l'état disséminé et qui possède un intérêt écologique certain, est un arbre fruitier qui s'accommode de l'étage climatique semi aride à saharien, et qui peut vivre dans les conditions écologiques les plus sévères de pluviométrie et de température.

L'expérimentation que nous avons réalisée à El Kantara (Biskra) avec une plantation de quatre provenances de *Pistacia atlantica Desf.*, dans le but est de définir la provenance la plus performante selon plusieurs critères écologiques ou agronomiques et de valoriser le pistachier fruitier, pistachier vrai (*Pistacia vera L.*) par un greffage.

La provenance de Ain El Melh (M'sila) semble la plus adaptée avec un taux de réussite à la plantation de 93,96 %, ainsi que pour l'accroissement annuel en hauteur avec 33,96 cm et un taux de réussite du greffage avec 48 %. D'autres critères seront étudiés ultérieurement tels que la date de début de production, la quantité et la qualité de la production.

Toute la région centrale et Sud ouest de la wilaya semble répondre favorablement à l'extension de la pistacheraie ; la salinité du sol ne semble pas influencer le comportement de cette espèce.

Cette première parcelle de pistachier fruitier est essentielle pour l'extension, car elle constitue un parc à bois pour une éventuelle multiplication de l'espèce.

Mots clés : *Pistachier de l'Atlas, pistachier fruitier, provenance, extension, greffage, performante.*

Densité et biomasse des oligochètes dans les régions arides et semi arides et leurs effets sur la production agricole

Baha M.

normalienne@yahoo.fr

Résumé

Les oligochètes sont d'une importance capitale pour le développement de l'agriculture à travers l'amélioration de la fertilisation des sols.

En outre, ils améliorent leur texture.

Ils sont réputés, aussi pour leur pouvoir dans la conservation de la matière organique et la préservation de l'humidité dans les couches profondes et superficielles des sols.

Par ailleurs, il est utile de signaler que les oligochètes des régions arides et semi arides ne sont pas encore tout à fait étudiés et méritent une attention particulière.

Cependant il est d'une importance capitale de persévérer dans cette étude.

Ces travaux seront suivis d'une sélection de souches d'oligochètes qui seront réparties dans toutes les zones pauvres en matière organique dans l'espoir de transformer le désert en verger et de développer l'agriculture.

Mots clefs : *oligochètes, zones arides et semi-arides, biomasse, densité, production agricole.*

*Quelques expériences sur la quantification du sable
à l'intérieur des unités de production phoenicicole*

Kahelsen C.

Université de Ouargla

Résumé

Nous avons de bonnes raisons de suggérer que les quantités de sable enregistrées dans différents milieux du Sahara dépendent uniquement de la force et de la direction du vent et du sol local.

Nous notons ici, comment les tempêtes de sable jouent un rôle important dans le soulèvement des grains de sable dans les unités de production phoenicicole.

La quantification du sable a été étudiée à travers des stations expérimentales installées à l'intérieur et à l'extérieur des unités de production phoenicicole.

Quelques uns des résultats expérimentaux seront rapportés dans ce poster.

La plus grande partie de notre travail de recherche se rapporte à l'étude de l'impact de la quantité de sable sur les rendements des cultures et ce à l'intérieur de la cuvette de Ouargla de façon à procéder, dans le temps et dans l'espace, à la lutte contre l'ensablement par l'étude des moyens biologiques ou mécaniques.

*Contribution à l'étude de l'exploitation des ressources hydriques
souterraines par le système de foggaras*

Allouche F. N.

AR/CDER. BP 62 Route de l'observatoire Village Celeste, Bouzareah - Tél : 0021 90153
90 14 46 /Fax : 021 9015 60 / 9016 54 - Email : allouchenaouel2000@yahoo.fr -
nallouche@cder.dz

Résumé

Dans les régions du Sud algérien, toute l'agriculture traditionnelle fonctionne encore avec des ouvrages hydrauliques millénaires : les foggaras.

Un système original et un patrimoine unique que la « *foggara* ».

Il s'agit d'une galerie souterraine permettant de drainer l'eau du sous-sol et de l'amener par gravité jusqu'à la surface d'une dépression, où peut être installée une oasis.

Ce système d'exploitation, comme tous les autres procédés d'irrigation dans les déserts, sont une réaction de sauvegarde des oasis, espaces urbains désertiques, mis en danger par la désertification.

Aujourd'hui, ce procédé hydraulique, devenu une des principales caractéristiques de la région, est menacé, et avec lui toute une organisation antique et un équilibre socio-économique.

Cet équilibre fragile, entre nature et culture, qui a permis aux *ksour* de survivre jusque là, est aujourd'hui rompu.

Les exigences du développement, l'accroissement démographique, notamment par les apports extérieurs, ainsi que l'aspiration légitime au confort, commandent de nouvelles techniques d'acquisition de l'eau (motopompe, forages).

Ce qui n'est pas sans perturber le système, causant des conflits et menaçant la survie de tout un ensemble d'établissements humains.

Dans la zone d'Adrar par exemple, située dans le sud ouest algérien, les ressources hydriques proviennent essentiellement d'une nappe aquifère représentée par la nappe albiennaise (continentale intercalaire), qui alimente en eau toutes les oasis à travers les foggaras, les nouveaux périmètres agricoles et les nouvelles villes de la zone.

Ces caractéristiques, parmi d'autres, font de la wilaya d'Adrar un cas d'étude exemplaire.

L'impact de l'exploitation des ressources hydriques sur l'écosystème oasien justifie cette étude.

Ce travail est réalisé dans le cadre de l'élaboration d'un modèle régional pour la zone aride, qui repose sur l'exploitation des foggaras et vise à améliorer ainsi, les conditions de sauvegarde du patrimoine naturel oasien.

Mots clés : *foggaras / patrimoine / zone aride / désertification / Algérie.*

Proposition d'un système hybride de pompage

Bouziane Mohamed Tewfik

Universite de Biskra. Bp 145 rp Biskra 07000

Résumé

La production d'électricité, à partir de chacune des énergies renouvelables, est un objectif très souvent limité par le prix de revient final du KWh électrique produit.

Le bénéfice potentiel du système hybride relève de la complémentarité des deux sources, afin de minimiser le coût en optimisant leurs dimensions.

Dans le but de mettre en relief cette complémentarité, on examine le comportement du système hybride face à la variation dans le temps, d'une part : de la disponibilité énergétique tant du coût éolien que solaire, et, d'autre part : de la demande énergétique dans un contexte oasien.

*Des principaux sites de rejets des eaux usées
de la ville de Biskra*

Guemaz F.¹, Souiki L.², Djebar H.³, Djebar R.³

¹ Centre Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA)

² Université de Souk Ahras

³ Laboratoire de toxicologie, université d'Annaba

Résumé

Biskra est une ville parmi tant d'autres en l'Algérie qui sont confrontées au problème de pollution des eaux.

Comptant 189 400 habitants, le volume des eaux usées rejetées est estimé à : 169 l/h/jour. L'absence de station d'épuration augmente le risque d'infections sanitaires sur les populations, les animaux et les végétaux.

Ce travail porte sur l'analyse physico-chimique et bactériologique des eaux usées des principaux sites de rejets, qui sont respectivement Chabat Roba (I), Oued Biskra (II) et Oued Zmor (II), lesquels sont entourés de périmètres agricoles.

Nous avons constaté que les sites I et III présentent des rapports de DCO/DBO5, compris entre : 3 et 5, caractérisant ainsi ces eaux par la richesse en matière organique biodégradable.

En ce qui concerne le site II, il présente un rapport de DCO/DBO5 inférieur à celui du site I et III, avec une valeur moyenne de DCO inférieure à 750 mg/l de O2 et une valeur moyenne de NTK (azote de Kjeldhal) inférieure à 100 mg.

L'eau du site II peut être classée comme une eau usée urbaine à dominante domestique.

L'analyse bactériologique a concerné les principaux indicateurs de contamination fécales, savoir : les coliformes fécaux, E. Coli, les streptocoques fécaux, clostridium sulfito - réductrice et les pseudomonas. Ces dernières caractérisent uniquement le site II.

Les germes pathogènes : les salmonelles shigelles, vibron cholériques et les staphylocoques sont absents ; pour les shigelles, ils sont présents au niveau du site I, II et III.

Le déficit socio-économique de la ville de Biskra reste un obstacle devant la mise en place d'une station d'épuration des eaux usées.

Mots clés : *pollution de l'eau, eau usée, indicateurs de contamination fécales.*

Nouvelle approche pour l'estimation du débit journalier de fréquence décennale sur les petits bassins versants non jaugés de l'Algérie

Hadj-Noui

Docteur es sciences hydrologiques, Chargée de cours à l'ENS Kouba Alger.

Résumé

La technique des retenues collinaires, qui a fait ses preuves dans de nombreux pays, est, en Algérie, considérée avec la plus grande attention.

Cependant, le programme de construction de ces retenues se heurte à l'absence d'outils de calcul hydrologique.

Les relations couramment utilisées ont été élaborées à partir d'informations recueillies :

- soit, au niveau des moyens et grands bassins versants algériens,
- soit au niveau des petits bassins versants d'autres régions du monde.

Ce qui ne donne pas entièrement satisfaction.

Nous avons voulu apporter notre contribution, en élaborant un modèle linéaire pour prédéterminer le débit journalier de fréquence décennale Q10 sur les petits bassins versants non jaugés.

Cette approche nous a paru satisfaisante, puisque les résultats obtenus sont très proches des Q10, estimés à partir d'observations hydrologiques suffisamment longues.

Ainsi, nous avons pu mettre au point une méthodologie simple, homogène et adaptée aux conditions climatiques du pays, pour la prédétermination du Q10.

Mots clés : *crue de projet, fréquence décennale, modèle linéaire, bassins versants algériens.*

Exploitation et valorisation des eaux résiduaires industrielles

Benzai C. & Iddou A.

Université des sciences et de la technologie d'Oran - kathyb57@hotmail.com

Résumé

Les eaux résiduaires industrielles sont habituellement un milieu complexe chargé de matières, présentes sous différentes formes : physique - en suspension, en solution, colloïdale, chimique - minérale, organique et biologique.

Ces matières représentent, selon les quantités mises en jeu, des dangers de diverses natures, pour les milieux récepteurs.

L'élimination, de tout ou une partie des différents éléments constitutifs des eaux résiduaires industrielles, dont l'objectif est de les valoriser et de les exploiter, est imposée par la limitation des risques nocifs, associés à l'évacuation de ces éléments vers les milieux récepteurs.

Une organisation est mise en place afin d'évaluer le taux d'une éventuelle pollution.

Cette organisation est tributaire d'une suite de démarches nécessitant chacune une méthode et un matériel appropriés : l'endroit choisi pour réaliser les prélèvements, le prélèvement, la conservation et l'analyse des échantillons, en particulier les paramètres physico-chimiques et biologiques.

L'analyse sommaire de la situation en matière d'eaux industrielles résiduaires, permet de cerner le problème et de prévoir l'indispensable traitement, afin d'obtenir un écosystème sain, ainsi que pour des raisons économiques.

Mots clés : *Qualité, eaux résiduaires industrielles, pollution, norme, risque et nuisance, Valorisation et exploitation, traitements.*

***Récupération des eaux usées pour l'irrigation
par phénomène d'adsorption d'une hydrotalcite***

Boudaoud N.*, Deriche Z., Bouabdessalem H.

* *Laboratoire de Chimie des Matériaux, Université Mohamed Boudiaf. Oran. Algérie.
Nacera_1986@yahoo.com*

Résumé

Le problème de la pollution des eaux représente un des aspects les plus inquiétants de la dégradation et de la modification défavorable du milieu naturel.

Notre étude met en évidence l'efficacité de ces matériaux pour la purification de l'eau contenant un colorant organique toxique.

La synthèse d'un matériau anionique (hydroxyde double lamellaire HDL), nous a permis de purifier ces eaux par l'adsorption de colorants toxiques (remazole procion bleu).

Ce matériau a été analysé par DRX, IR et UV Visible.

Après le traitement, les eaux sont utilisées pour l'irrigation de l'agriculture en milieu aride.

Mots clés : *Hydrotalcite, HDL, Adsorption, Catalyse.*

Les potentialités hydriques et le phénomène de la remontée des eaux au Sahara

Rezag A., Meridja W.

Centre de Recherche Scientifique et Techniques sur les Régions Arides

Résumé

Le présent travail met l'accent sur l'importance des potentialités hydriques au Sahara et les graves conséquences qui en découlent sur l'environnement, à cause de leur mauvaise gestion.

En effet, au Sahara, les ressources en eau sont largement dominées par les eaux souterraines.

Le système aquifère du Sahara septentrional (SASS), s'étend en Algérie sur une superficie de près de 700 000 Km² et se compose de deux vastes aquifères profonds et superposés. Il s'agit de la nappe du complexe terminal et celle du continental intercalaire.

Ces ressources constituent un trésor souterrain important qu'il faudrait gérer avec rationalité.

Les problèmes liés à la remontée des eaux dans certaines agglomérations de la vallée de Oued Souf et de la cuvette de Ouargla, illustrent parfaitement la mauvaise gestion de ces ressources.

La remontée des eaux trouve largement son origine dans les grandes concentrations urbaines qui opèrent des prélèvements excessifs dans les nappes profondes et rejettent corrélativement de grandes quantités d'eaux usées.

Ce phénomène a pris des dimensions très alarmantes durant les 25 dernières années, surtout à El Oued : de véritables marres d'eaux permanentes se sont formées au fond des *ghout* et en surface des zones basses.

Des milliers de palmiers sont asphyxiés et d'autres sont sévèrement menacés.

C'est alors toute la question de la durabilité du développement qui est remise en cause.

Mots clés : *Potentialités hydriques, Remontée des eaux, Vallée du Souf*

L'utilisation de l'eau dans quelques usines de la ville de Biskra

Rezeg A., Bouchahm N., Guemaz F., Meridja W.

Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides (CRSTRA)

Résumé

L'histoire du développement industriel s'est construite en partenariat avec l'eau.

Biskra, qui est une ville à vocation agricole, comporte néanmoins des unités industrielles usagères de l'eau.

Notre contribution porte sur l'utilisation de l'eau dans l'industrie de la ville de Biskra.

Pour cela, des visites ont été réalisées sur quelques lieux industriels de la ville.

Il s'est avéré que l'utilisation de l'eau est extrêmement variée suivant la nature et l'ampleur des entreprises.

Les petites entreprises n'exigent pas de l'eau traitée et se servent ainsi, pour satisfaire leurs besoins, du réseau municipal.

Par ailleurs, d'autres usines sont alimentées par des captages spécifiques. Les eaux de ces dernières peuvent subir un traitement, avant son utilisation, dans la fabrication de produits industriels.

Mots clés : *L'eau et l'industrie, Entreprises industrielles, Biskra.*

Utilisation du rapport Sr^{++}/Ca^{++} pour l'étude de la salinité des eaux et de l'impact des retours d'eau d'irrigation dans la région semi aride d'El Ma El Abiod

Rouabhia A.¹, Baali F.², Djabri L.³, Kherici N.³, Vergotten G.⁴

¹ Universitaire de Tébessa. Rouabhia22@yahoo.fr

² Laboratoire de Génie Civil. Polytechnique de Lille. Université de Lille1/France

³ Département de Géologie. Université Badji Mokhtar Annaba

⁴ Institut de Chimie. Université de Lille/France

Résumé

Le *strontium* est un bon indicateur de l'origine du soufre dans les eaux sulfatées, car l'oxydation des composés soufrés libère du soufre mais ne s'accompagne pas d'une mobilisation du *strontium* (Bakalovicz, 1994).

Le rapport des concentrations molaires du strontium sur celles du calcium dans les eaux souterraines est caractéristique du type d'évaporites.

Ce rapport est toujours supérieur à 1 % pour les formations évaporitiques (Meybek, 1984).

Il permet d'identifier les circulations souterraines et de distinguer leurs origines.

Le risque de dégradation de la qualité des eaux souterraines, (augmentation de la salinité) de la plaine d'El Ma El Abiod, a été accompagné d'une dégradation de la quantité (baisse des niveaux statiques), particulièrement dans les puits qui captent le premier horizon, comme ceux des environs de la Mechta d'Ez Zouiria.

Cela a conduit, dans certains endroits, à l'abandon des puits à cause de leur assèchement et, dans quelque cas, à cause de leur salinité élevée (notamment en aval de la plaine).

Les terres, qui étaient autrefois fertiles, sont devenues actuellement stériles et délaissées (secteur Ouest à El Goussa).

Mots Clés : *Salinité, Strontium, retour eau d'irrigation, semi-aride, El Ma El Abiod.*

Nouveau dispositif de mesure de débit dans les canaux ouverts

Kechida S., Achour B.

*Laboratoire de Recherche en Hydraulique Souterraine et de Surface (LARHYSS)
Université de Biskra, B.P. 145, R.p., 07000, Biskra, Algérie Said_kechida@yahoo.fr*

Résumé

Le débit est un élément très important dans les études hydrauliques et hydrologiques. L'un des dispositifs le plus utilisé est certainement le déversoir triangulaire, qui présente cependant de nombreuses contraintes constructives et des conditions d'applicabilité assez contraignantes (Bos, 1976 ; Achour, 1989).

Après avoir procédé à une large prospection bibliographique, nous avons porté notre choix sur un nouveau type de dispositif semi modulaire, caractérisé par une hauteur de pelle P et d'un large seuil contracté.

La section rétrécie du dispositif est de forme rectangulaire de $b = b/B$, où B désigne la largeur du canal, b, impliquant un taux de contraction canal rectangulaire dans lequel est inséré le dispositif.

L'objectif de notre étude a été d'établir dans un premier temps l'expression théorique du coefficient de débit, ainsi que la loi théorique hauteur - débit, et de valider les relations théoriques ci-dessus mentionnées par une étude expérimentale au laboratoire dans un second temps.

Afin d'exprimer le coefficient de débit du dispositif, notre étude a fait appel à l'équation de la quantité de mouvement.

A l'exception de la tension superficielle, le développement théorique a rigoureusement pris en compte l'effet de la vitesse d'approche de l'écoulement, ainsi que celui de la réaction de la paroi amont du dispositif. Ainsi, nous avons pu montrer que le coefficient de débit dépend à la fois du et de la hauteur relative de pelle : $P^* = P/h_d$ où, h_d est la hauteur de contraction profonde de déversement.

L'expression théorique de la loi hauteur - débit obtenue, confirme le caractère semi modulaire du dispositif étudié.

L'étude expérimentale que nous avons menée sur des modèles physiques caractérisés par une large gamme de valeurs du taux de contraction, a montré une excellente fiabilité et une acceptable validité des relations théoriques établies.

Mots clés : *Mesure de débit, débitmètre, semi modularité, coefficient de débit, débit, hauteur de déversement.*

***L'efficacité des décanteurs installés au niveau des points de rejets
des eaux usées : Cas de Bamendil, Ouargla***

Kateb S., Touil Y. et Hadj-Mahfoud M.

Université Ouargla – Algérie. Email : sam_kateb@yahoo.fr

Résumé

Au début du 21^{ème} siècle, l'humanité se trouve confrontée à plusieurs défis dont le plus important est le problème de la pollution de l'environnement, qui touche directement la santé humaine.

Parmi ces pollutions, on cite celle des eaux usées, qui nécessite une prise en charge pour contribuer à la préservation de notre environnement.

Dans la ville de Ouargla, les eaux usées sont rejetées dans le milieu naturel sans aucun traitement.

A la fin des années 90, la direction de l'hydraulique a implanté des décanteurs à la place des stations d'épuration dans certains points de rejet, tel que celui de Bamendil et celui de la nouvelle ville (El Khafdji).

Mots clés : *bassin de décantation, eaux usées, MES, DBO5, DCO, pH.*

*L'homme, la ville,
les conséquences structurelles sur le milieu naturel*

Nacer M. R.

Attaché de recherche CRSTRA – Front de l'oued, BP 1682 RP, 07000 Biskra

Tél. 033 73 42 14 / 077 56 68 30 - Email : redhanacer@yahoo.fr / crstra_biskra@yahoo.fr

Résumé

La désertification constitue pour le monde entier une menace pouvant avoir des conséquences fatales sur le plan économique, écologique et social.

- Un tiers de la superficie des terres émergées du globe (04 milliards d'hectares) est menacé par ce phénomène ;
- 24 milliards de tonnes de sols fertiles disparaissent chaque année ;
- entre 1991 et 2000 les sécheresses ont entraîné le décès de plus de 280 000 personnes ;
- les sécheresses représentent 11 % de l'ensemble des catastrophes naturelles liées à l'eau.

Face à l'ampleur que représente ce phénomène, la communauté internationale a adopté une convention pour la lutte contre la désertification (CCD), ratifiée aujourd'hui par : 179 pays.

Dans un contexte mondial caractérisé par la globalisation des économies, et devant la nécessité de mettre en œuvre l'exploitation des espaces ruraux, notamment l'extension des plans d'aménagement urbains aux régions arides et semi arides, il est important de signaler l'impact de l'augmentation de la population sur l'aggravation de la désertification. Ainsi, l'être humain, par son nombre, provoque une détérioration du milieu naturel.

Cette dégradation du milieu naturel a accentué l'exode de la population vers des milieux plus recevables, notamment les villes qui se sont développées d'une manière très accélérée, provoquant ainsi la dégradation du milieu citadin et de la vie urbaine.

La prise en charge des milieux arides et semi arides s'inscrit dans les missions du CRSTRA.

Ainsi que ce travail, qui consiste en la démonstration de l'impact du fait de la croissance urbaine et de l'urbanisation, sur la dégradation des sols et la désertification en Algérie, à travers plusieurs aspects :

- Envahissement du béton sur les terres agricoles (si rares et si importantes dans les régions arides).
- Apparition d'un pastoralisme urbain, engendrant un surpâturage dans les régions périphériques des villes.
- Concurrence sur les ressources en eau, notamment pour l'AEP et l'industrie.
- Effet de l'îlot de chaleur et ses conséquences négatives sur le couvert végétal urbain.

Mots clés : *Désertification – Dégradation des terres – Urbanisation – Envahissement – Béton – Pastoralisme urbain – Surpâturage – Ressources en eau – Ilot de chaleur – Couvert végétal urbain.*



EUR OPA Risques Majeurs



***SOUS LE HAUT PATRONAGE
DE MONSIEUR LE MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE***



**Journées Internationales
d'études sur
la désertification
et le Développement**

Recommandations



Recommandations Générales

Les Journées Internationales d'Etudes sur la Désertification et le Développement Durable, tenues du 10 au 12 juin 2006 à l'Université de Biskra, ont regroupé plus de 150 participants nationaux et internationaux (voir en annexe la liste).

Elles sont organisées par le CRSTRA et l'Université Mohamed Kheider de Biskra.

Les participants présentent les recommandations suivantes :

1- Les processus d'aridification et de désertification doivent être considérés comme « Risques Majeurs » et pris en compte dans l'ensemble des programmes de prévention contre les risques, développés aux niveaux national, euroméditerranéen et international.

En effet, comme le souligne Hama Arba Diallo, Secrétaire Exécutif de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (UNCCD), " *la dégradation de l'environnement a un rôle à jouer, tant dans les affaires de sécurité nationale que pour la stabilité internationale* ".

Or, la désertification est l'un des processus les plus alarmants de la dégradation du milieu ; elle accroît les risques d'insécurité alimentaire, de famine et de pauvreté et peut donner lieu à des tensions sociales, économiques et politiques susceptibles de dégénérer en conflits.

Chaque année, la désertification et la sécheresse infligent à la production agricole une perte estimée à 42 milliards de dollars. Quelques 41 % de la partie terrestre de la planète consistent en terres arides, sur lesquelles vivent plus de deux milliards de personnes. Dix à 20 % de ces terres sont : soit dégradées, soit improductives.

L'envergure du problème a conduit l'Assemblée Générale des Nations unies à proclamer 2006 Année internationale des déserts et de la désertification. L'Année vise essentiellement à sensibiliser sur le fait que la désertification constitue une menace majeure pour l'humanité : menace encore alourdie par la perspective du changement climatique et de la déperdition de la biodiversité.

Ce fléau constitue, pour les hautes instances du pays, une préoccupation majeure, aussi bien à l'échelle nationale, qu'africaine. Elle figure d'ailleurs en bonne place dans la stratégie du NEPAD.

2- À ce titre, un certain nombre de mesures sont nécessaires pour impliquer plus efficacement le CRSTRA dans cette problématique, en particulier la formation des cadres.

Objectifs : Formation pluridisciplinaire professionnalisante, niveau Bac + 4 : Mastère. (1 année) : « **Conseiller pour le Développement Durable en Milieu Aride** ».

- ◆ Cours magistraux : 200 heures sur 3 mois,
- ◆ Stage 6 mois sous la tutelle d'un Maître de stage, dans l'Administration, Collectivités Territoriales, entreprises, laboratoires de recherche avec en parallèle 100 Heures de cours.
- ◆ Préparation, rédaction d'un mémoire et soutenance orale devant un Jury.

Cadre

- ◆ Centre de Recherche Scientifique et technique sur les Régions Arides : CRSTRA.
- ◆ Université Mohamed Kheider de Biskra.
- ◆ Création d'une Commission Mixte pour favoriser les débouchés professionnels :
 - CRSTRA,
 - Université Mohamed Kheider,
 - Représentants secteurs professionnels : secteurs public et privé.
- ◆ Coopération avec un réseau d'Etablissements d'Enseignement Supérieur et de Recherche Algériens, Maghrébins, Européens.

Calendrier proposé

- ◆ Juillet 2006 - Novembre 2006 : Préparation du contenu de la formation, élaboration de la politique relative aux stages : recherche de financement, etc.
- ◆ Décembre 2006 - Préparation du dossier IMDA, mise au point de la politique de financement de la phase de préparation et de mise en œuvre.
- ◆ Février 2007 - Présentation du Projet IMDA aux autorités algériennes pour approbation et éventuelles modifications.
- ◆ Mars 2007 - Mise en œuvre d'une politique d'information sur l'initiative IMDA et élaboration des conditions d'inscription.
- ◆ Septembre 2007 - Lancement de la Formation.

3- Outre la formation, il convient de renforcer la recherche et le développement dans les régions arides.

Dans ce contexte, considérant les récentes déclarations de Monsieur le Président de la République dans ses Discours prononcés à Ouargla et à Laghouat, il est proposé la création de deux Technopoles Régionaux sur les thèmes :

- ◆ Valorisation des ressources en régions sahariennes.
- ◆ Valorisation des ressources en milieu steppique.

4- Les participants ont tout particulièrement tenu :

- ◆ à souligner l'importance, sur le plan scientifique, économique et social, des thèmes, discussions et propositions développés au cours des Journées sur la désertification et le développement durable,
- ◆ à demander le renforcement des capacités d'intervention du CRSTRA, après avoir pris connaissance et approuvé le contenu des programmes de recherche du CRSTRA.

5- Les participants tiennent à féliciter le CRSTRA, l'Université de Biskra et les Autorités locales de l'initiative d'organiser à Biskra les « Journées », sur le thème de la « désertification et du développement durable », ainsi que de l'excellente organisation et de la haute tenue scientifique et technique des débats.

Recommandations Générales par Atelier

ATELIER I

L'écosystème steppique et sa protection

Les communications présentées dans cet atelier se sont distinguées par leur richesse et leur diversité et ont fait ressortir la nécessité de la préservation des écosystèmes pour un développement durable en zones steppiques et sahariennes.

Ces communications ont montré aussi les difficultés en matière de conservation de la biodiversité. Il a été souligné de faire appel à la recherche scientifique qui doit être à la base du progrès.

La mise au point des techniques s'est avérée indispensable pour lutter contre les risques majeurs qui menacent la faune, la flore et même le milieu physique et par conséquent l'homme.

Des recommandations ont été proposées en matière de protection de la faune et la flore :

- ✚ Faire le bilan des travaux effectués sur les écosystèmes en faisant ressortir les degrés de menaces qui pèsent sur les espèces et préconiser des mesures qu'il faut prendre pour les sauvegarder (plan de gestion nationale).
- ✚ Poursuivre et encourager les études sur les processus naturels (climatiques, pédologiques et biologiques), afin de mieux comprendre les interactions et la dynamique de l'évolution dans l'espace et dans le temps.
- ✚ Réactualiser et adapter la réglementation nationale en relation avec les conventions internationales (Convention de la biodiversité, Convention désertification et Convention sur le changement climatique).
- ✚ Envisager le travail en équipe pluridisciplinaire en impliquant les populations locales.
- ✚ Harmoniser les approches et les méthodes d'études dans le but de mieux valoriser et appliquer les résultats obtenus.
- ✚ Mettre en place un dispositif de surveillance nationale en matière de dégradations et de désertification, ainsi qu'en matière de réhabilitation.
- ✚ En ce qui concerne les ressources génétiques, prendre toutes les mesures nécessaires afin de mieux les connaître, de les préserver et de les valoriser.
- ✚ Inciter, dans les programmes de développement, à l'utilisation rationnelle des ressources naturelles, en associant les populations locales, ainsi que les autres opérateurs, à toutes les phases de la conception et de la mise en œuvre de ces programmes.
- ✚ Promouvoir les ressources humaines, et notamment la femme rurale, dans la préservation, l'exploitation et le développement agro-alimentaire des régions steppiques, qui prennent en considération la vocation agro-sylvo-pastorale de ces régions.

ATELIER II

Optimisation de l'exploitation des ressources hydriques

Dans les zones arides, l'eau constitue une ressource éminemment stratégique pour le développement socio-économique. A cet égard, les participants à l'atelier relatif aux ressources en eau, et à l'issue de la présentation des communications et des débats engagés, formulent les recommandations suivantes :

- ✚ Encourager les pratiques d'économie dans les différents usages de l'eau, et ceci à travers la limitation des pertes, la promotion des techniques alternatives et la lutte contre le gaspillage, par des actions d'information et de sensibilisation des usagers.
- ✚ Utiliser rationnellement les ressources en eau dans leur cycle de production - distribution et d'assurer leur préservation qualitative. Dans ce contexte, toutes les énergies et toutes les initiatives doivent converger vers un objectif majeur de gestion durable, loin de toutes formes d'utilisation abusive des ressources en eau et des milieux aquatiques, à la fois, en termes de prélèvements et de rejets d'effluents.
- ✚ Tenir compte du caractère pluridisciplinaire des sciences et des techniques de développement et de gestion des ressources en eau. La thématique de la recherche dans le domaine de l'eau doit être décloisonnée pour s'inscrire dans une stratégie nationale intégrée.
- ✚ Recentrer la politique nationale, en matière de recherche scientifique et de développement technologique, sur des programmes et des passerelles d'échanges et de synergies, entre les centres de recherche, les institutions et l'ensemble des acteurs de l'eau et ceci, qu'il s'agisse d'expériences dans le domaine de la mobilisation et de l'utilisation des ressources en eau, ou de résultats des études prospectives, des recherches et d'expérimentations accumulées ces dernières années.
- ✚ Traiter les effluents domestiques et industriels et utiliser les eaux usées épurées pour les besoins d'irrigation et les boues résiduaires pour l'agriculture.
- ✚ Maîtriser les volumes exploitables dans les zones à fortes potentialités, telles qu'identifiées par les modèles mathématiques des nappes du système aquifère du Sahara septentrional (SASS), et ceci en concertation avec les pays voisins concernés
- ✚ Utiliser les outils et les méthodes d'investigation modernes dans le domaine de l'hydrologie isotopique pour l'estimation précise des paramètres des bilans hydriques des nappes du Sahara (évaporation et infiltration) et pour le suivi de leur qualité chimique, de même que l'utilisation de l'imagerie satellitaire pour l'exploration hydrogéologique, qui permet de garantir un succès significatif des forages, grâce à la complémentarité avec les informations de terrain.
- ✚ Valoriser les potentialités en matière d'énergie solaire photovoltaïque, d'énergie éolienne et de géothermique et ce, à travers le développement d'installations de pompage d'eau qui présentent des viabilités techniques, économiques et écologiquement appréciables.
- ✚ Généraliser les nouvelles technologies de communication qui permettraient de mobiliser les savoir-faire accumulés au niveau national et international.

ATELIER III

Agriculture en milieu aride : pour un aménagement durable

Il ressort des communications présentées les recommandations suivantes :

I- SUR LA BIODIVERSITE DANS LES OASIS

- ✚ Les inventaires biogénétiques restent fragmentaires et nécessitent des efforts de standardisation des méthodes et des outils de diffusion
- ✚ Pour les céréales : les écotypes évalués mettent l'accent sur l'importance des standards de référence. Ils orientent les critères de choix d'écotypes vers la recherche de la précocité et de l'adaptation aux contraintes environnementales.
- ✚ Pour les palmiers dattiers : nous recommandons le regroupement et la valorisation des travaux sur ce patrimoine génétique propre au Sahara. Nous recommandons également la mise en œuvre de travaux de sélection de nouvelles variétés, visant à prendre, à moyen terme, la relève éventuelle de notre valeureuse *Deglet Nour*. Nous rappelons en outre, que le *Bayoud* reste un fléau qui nécessite la plus grande vigilance. Nous recommandons vivement l'éradication urgente des nouveaux foyers.
- ✚ D'une manière générale nous recommandons un inventaire des espèces et des écotypes locaux (arbres fruitiers, plantes médicinales, plantes fourragères, etc.), en respectant les priorités et en valorisant les meilleurs biotypes.

II- SUR L'IRRIGATION – DRAINAGE

Les études actuelles montrent que le développement récent des zones irriguées a provoqué, un peu partout au Sahara, le gonflement des nappes phréatiques, la remontée des sels et l'asphyxie des sols. Cette évolution très rapide et spectaculaire, est à l'origine de la perte de productivité des différentes cultures irriguées et de celle de nos palmeraies en particulier, qui montrent une réduction de la production en quantité et en qualité.

Pour remédier à cette situation nous recommandons les actions suivantes :

- ✚ Organiser auprès des producteurs une action généralisée de vulgarisation des techniques modernes de l'irrigation, visant à améliorer la gestion de l'eau à l'échelle de la parcelle.
- ✚ Alerter les institutions responsables de la gestion de l'eau dans les périmètres irrigués, pour qu'ils accordent une priorité à la maintenance des réseaux, à la maîtrise des quantités d'eau exploitées, et à l'application rigoureuse des règles du lessivage et du drainage des sols en milieu salé.
- ✚ Mettre un terme, autant que possible, à l'arbitraire dans le choix des nouvelles implantations des nouveaux périmètres irrigués. Il faut absolument tenir compte de la drainabilité des terres, de la qualité des sols et de l'évolution de la ressource en eau.

III- SUR L'ORIENTATION DES RECHERCHES AGRONOMIQUES EN MILIEU SAHARIEN

Un des problèmes récurrents, qui explique la faible productivité des cultures, tient à une mauvaise fertilisation azotée et au taux très faible de la matière organique dans les sols.

Toutes les recherches qui visent à l'amélioration de cette situation (fixation symbiotique de l'azote, compostage des matières organiques diverses, etc.) sont vivement encouragées.

