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 Omar El Barnaoui (CRSTRA)
Avec le concours de l'Accord d'EUR-OPA Risques Majeurs

Actes

Colloque International sur l'Aridoculture

Optimisation des productions agricoles et développement durable

TOME1 : Communications Orales

Organisé à Biskra les 13 - 14 Décembre 2008

SOMMAIRE

OBJECTIFS ----------III

AXES DU COLLOQUE----------IV

COMITE SCIENTIFIQUE----------V

كلمة الملتقى ----------VII

ALLOCUTION----------IX

EDITORIAL----------XI

CONFERENCES PLENIERES ----------01

AXE I : Environnement Aride et Gestion

Intégrée des Ressources Naturelles ----------81

AXE II : Agro Biodiversité, Agro-Eco-Systèmes et Optimisation

des Techniques Agronomiques ----------209

Axe III : Gestion de l'espace et contraintes

socio-économiques----------463

RECOMMANDATIONS GENERALES ----------545

Achevée d'imprimer sur les presses de Dar EL-HOUDA - Algerie
032.44.92.00 / 032.44.95.47

Colloque International sur l'ARIDOCULTURE
Optimisation des Productions Agricoles et Développement Durable

L'aridoculture se propose de développer une agriculture prenant en considération la faiblesse des précipitations, le caractère fossile des eaux souterraines et la fragilité des écosystèmes, généralement peu productifs, des régions arides, devant être techniquement et économiquement performante, pour répondre aux besoins de la société, et respectueuse de l'environnement et durable.

Dans ces régions les activités agricoles sont difficiles ; elles requièrent une expérience préalable avérée et des précautions spécifiques non négligeables.

En effet, de nombreuses pratiques agricoles se sont avérées inadaptées, aussi bien pour l'environnement que pour la durabilité de l'agriculture : désertification, érosion, salinisation, ensablement, hydromorphie, remontée des nappes superficielles, pollution, diminution de la biodiversité, baisse de la fertilité des terres, prolifération des maladies et ravageurs, entrainant ainsi une chute des rendements des cultures.

Et très peu d'itinéraires techniques ont été mis au point par la recherche scientifique et l'expérimentation agronomique.

Face à cette situation, l'objectif de ce colloque, vise :

- d'une part, à tirer profit des expériences acquises et à rassembler des données scientifiques et techniques récentes dans le domaine de l'aridoculture en Algérie et dans le monde ;
- d'autre part, on tentera d'esquisser des perspectives, à la lumière des contraintes, des potentialités de ces régions, ainsi que des mutations socio-économiques intervenant aussi bien à l'échelle locale, régionale et nationale que mondiale.

C'est ainsi que l'Algérie doit se préparer à l'« *après pétrole* », d'autant plus que les besoins alimentaires deviennent de plus en plus importants et que l'on assiste aujourd'hui à la flambée des prix des denrées alimentaires et des facteurs de production agricole sur le marché mondial, accentuant notre dépendance alimentaire.

Par ailleurs, face aux changements climatiques et à la persistance des sécheresses chroniques, dont les conséquences affecteront sûrement et plus gravement encore les zones arides et devant la poussée démographique et l'urbanisation rapide qu'elles connaissent, peut-on relever le défi d'un développement durable de ces régions ?

AXES DU COLLOQUE

Axe 1 - Environnement aride et gestion intégrée des ressources naturelles

Thème 1 - Caractérisation de l'environnement aride et impact sur l'aridoculture

Thème 2 - Gestion des ressources naturelles et non conventionnelles

- *Eaux, sols, diversité biologique.*
- *Valorisation et développement des énergies renouvelables et des nouvelles technologies en aridoculture.*

Axe 2 – Agro biodiversité, agro-éco-systèmes et optimisation des techniques agronomiques

Thème 1 - Adaptation aux contraintes du milieu et valorisation.

Thème 2 - Agro-écosystèmes et leur efficience

Thème 3 - Optimisation des techniques agronomiques.

Axe 3 - Gestion de l'espace et contraintes socio-économiques

Thème 1 - Organisation de l'espace, contraintes et atouts : répartition des activités et des infrastructures pour un développement durable.

Thème 2 - Formation et organisation participative des acteurs du développement agricole intégré.

Thème 3 - Programmes de développement agricole en zones arides : rôle de l'Etat et des acteurs de la société civile.

Thème 4 - Relations agriculture – autres activités [polyactivité : *tourisme, artisanat, industries agroalimentaires (conditionnement et transformation des produits et sous produits agricoles) et agro-industries (production de moyens et facteurs de production)*] pour un développement durable.

PRESIDENT DU COMITE SCIENTIFIQUE

M. HALITIM Amor ; Université de Batna

COMITE SCIENTIFIQUE

Nom et prénom	Institution	Pays
ABABSA Smati Fayçal	INRAA - Ouargla	Algérie
ABDELGUERFI Aissa	INA - Alger	Algérie
ABDERAHMANI Belaïd	IHFR- Oran	Algérie
BEDRANI Slimane	INA – Alger	Algérie
BELGUEDJ Malek	INRAA - Biskra	Algérie
BELHAMRA Mohamed	Univ. Biskra	Algérie
BENAZZOUZ M. Tahar	Univ. Constantine	Algérie
BENGRINA M. Hamza	Univ. Ouargla	Algérie
BENSALAH Nabil	ONM – Biskra	Algérie
BOULASSEL Abdelmadjid	INRAA – Bejaïa	Algérie
BOUKHARI Lakhdar	HCDS – Ouargla	Algérie
DIB Youcef	ITELV– Ain M'lila	Algérie
DJABRI Larbi	Univ. Annaba	Algérie
DUBOST Daniel	Univ. Angers	France
FARES Leila	INSID – Alger	Algérie
FERCHICHI Ali	IRA - MEDENINE	Tunisie
GHAZI Ali	MATET – Alger	Algérie
HADDAD Benalia	ITAF- Alger	Algérie
HELAL Fayçal	ABHS – Biskra	Algérie
HOUHOU Chouaib	ITDAS – Biskra	Algérie
KADIK Bachir	AFP - Alger	Algérie
KHALDOUN Abdelhamid	ITGC – Alger	Algérie
MOUHOUCHE Brahim	INA – Alger	Algérie
RABHI M. Lamine	ITAF - Alger	Algérie
REDJEL Noureddine	MADR – Alger	Algérie
SMATI Abdelouahab	MRE – Alger	Algérie
TOUZI Abdelkader	CDER – Adrar	Algérie
ASSAMI Tarek	CRSTRA – Biskra	Algérie
BELHADI Aissa	CRSTRA – Biskra	Algérie
BENAOUDA Lallahoum	CRSTRA – Biskra	Algérie
GORMA Ziane	CRSTRA – Biskra	Algérie
MAROK Mohamed Amine	CRSTRA – Biskra	Algérie
NEZZAR KEBAILI Nadjet	CRSTRA – Biskra	Algérie
SEBAA A. Kamel	CRSTRA – Biskra	Algérie
LAKHDARI Fattoum	CRSTRA – Biskra	Algérie

COMITE D'ORGANISATION

ALOUI Charafeddine, BABAHNINI Sofiane, BERGADI Tarek, DJOUDI Ahmed Madjed, FELLAG Mustapha, KELLOU Yacine, MENADI Samir, AMRANI Djamel, OUAMENE A. Tarek, KHARFALLAH Nacereddine, ROMANI Messaoud, SACI Rachid et Salem Abderezzak.

SECRETARIAT DU SEMINAIRE

BOUDEMAGH Farida, BOUKEHIL Samira, CHAREF EDDINE Choukri, HANAFI Asma, HOUHOU Samira.

كلمة الملتقى

إذا كانت الأراضي القاحلة ،تمثّلُ 40% من سطح الأرض، أي ما يعادل 5.2 مليار هكتار، يعيش عليها أكثر من 2 مليار فرد، فإنه علينا التنبؤ بامتدادهم بتأثير من التغيرات المناخية (آخر تقرير لـ GIEC) ،وبخاصة في القارة الأفريقية ،القارة التي يحتمل فيها امتداد الأراضي القاحلة من 5- 8 بالمائة ، مع تدهور الإنتاج الزراعي نتيجةً للجفاف وتدهور الأراضي.

في الجزائر، تمثل الأراضي القاحلة أكثر من 90% من التراب الوطني.وتتميز بضعف،وعدم تعادل التساقط في المكان والزمان ،وعدم سماحها بالحصول على إنتاج زراعي رفيع.

عدا أن هذه المناطق ،تحتوي على أكثر من 10ملايين ساكن بدءًا من الهضاب العليا إلى غاية الصحاري. تمارس بها زراعة منذ القِدم رغم عوائق الوسط الطبيعي، تأسست على تسيير عقلاني للمياه، للتربة وتنوُّع المزروعات .وسمحت بتغطية الحاجيات المحلية ،وأصبحت تشارك اليوم في تموين السوق الوطنية.
في بعض الحالات ،تتميز هذه المناطق ببعض المنتوجات كالتمور ولحوم الأغنام وبعض الخضراوات. مما يبرز تأقلم هذه الأنواع مع الوسط الجاف.
ورغم هذه المجهودات المبذولة و في فترة ثلاث عشريات
مع

- الجفاف المزمن.
- التوسُّع العمراني.
- امتداد المساحات المسقية.
- إدخال تقانات فلاحية جديدة.
- اللّجوء إلى البذور المُستوردَة.
- ضياع المهارات المحلية

فإنّ كل هذه العوامل ،أدَّت إلى إبراز هشاشة الوسط المغذّي (ملوحة، صعود المياه وتذبذب التنوُّع البيو- زراعي) ، مما قد يؤدي على المدى الطويل إلى ضياع النشاط ، وحتى تهديد استقرار السكان المحليّين.
ولذا اليوم، أكثر من أي وقت آخر ،علينا أن نلجأ إلى تسيير مدمج للمساحات ومواردها الطبيعية ،كاستراتيجية قاعدية ،لكل مشروع تنمية زراعية.
تقييم التنوع البيولوجي المحلي ،يهدف لتعزيز مميزات التأقلم مع تحسين الإنتاج الفلاحي.
ينبغي أن يتماشى التوسّع العمراني مع القدرات الطبيعية واحترام خصائص الوسط.
النشاطات الاقتصادية التي يجب دعمها في هذه المناطق ،عليها أن تنبنى حسب القدرات الطبيعية، المنتجات المحلية ،تطوير وتقييم المهارات المحلية، مما يسمح بإبراز المنتوج المحلي.

مجموع هذه العناصر ،ستدرسُ في الملتقى عبر ثلاثة محاور :

1- الوسط الجاف والتسيير المُدمج للموارد الطبيعية.
2- التنوع البيو- زراعي وتحسين عوامل الإنتاج.
3- تسيير الوسط ،والعوائق السوسيو- اقتصادية.

على الفلاحة، كنشاط أساسي في هذه المناطق الجافة ، أن ترقى بتنمية القطاعات الأخرى، الري ،الصناعة، الأشغال العمومية ، النقل ، السياحة ،الصناعة التقليدية والحرف،والكلّ، مدعوما بالتكوين والبحث العلمي، في إطار القانون التوجيهي الجديد للبحث العلمي ،المصَادَق عليه في 23 فيفري 2008 ،الذي يلحُّ على البحث التنموي ،وذلك من أجل تسيير حكيم لمحاسن الوسط والتحَّكُم في العوائق،في إطار تنمية مستدامة ،في حاضر العولمة والتغيرات المناخية.

ف. الأخضري
مديرة المركز

Allocution

Si actuellement, les terres arides représentent 40% à l'échelle de la planète où vivent plus de 2 milliards de personnes, il faut s'attendre à leur extension suite au réchauffement climatique (dernier rapport du GIEC) enregistré un peu partout dans le monde et tout particulièrement en Afrique, continent pour lequel on estime d'ici 2080 une extension de l'aridité de l'ordre de 5 à 8 % avec une réduction des rendements à cause des sécheresses répétées et de la dégradation des sols qui s'en suit.
En Algérie, les terres arides couvrent plus de 90% du territoire national. Elles se caractérisent par une faiblesse, par une non uniformité de la répartition des précipitations dans l'espace et dans le temps et par une hostilité à un développement agricole performant en conséquence.
Néanmoins, ces régions abritent plus de dix millions d'habitants depuis les Hauts Plateaux jusqu'au Sahara.
L'Agriculture constitue une pratique ancestrale malgré les contraintes du milieu naturel. Basée sur une gestion rationnelle de l'eau, du sol et une diversification des cultures. Elle avait permis de satisfaire les besoins locaux et plus récemment elle participe à l'approvisionnement des marchés à travers tout le pays.
Dans certains cas les productions agricoles sont d'importance nationale, voire internationale, tels sont les cas de la datte, de la viande ovine et de certains produits maraichers. Ce qui met en évidence le caractère d'adaptation des espèces au phénomène «d'aridité».
Cependant, et malgré les efforts consentis en l'espace des trois dernières décennies,

- la sécheresse chronique,
- l'urbanisation massive,
- l'extension des surfaces irriguées,
- les nouvelles pratiques agricoles,
- le recours systématique aux semences importées,
- et la perte des savoir faire locaux ont fait resurgir la fragilité du milieu (**salinisation, hydromorphie**) associée à une érosion de l'agro-biodiversité.

Ce qui pourrait à long terme, se traduire par une perte du dynamisme, voire une menace, pour la stabilité socio économique des populations en place.

Ce qui pourrait à long terme, se traduire par une perte du dynamisme, voire une menace, pour la stabilité socio économique des populations en place.
Aussi, **aujourd'hui, plus que jamais**, une gestion intégrée des espaces et des ressources naturelles doit constituer la stratégie de base pour tout projet de développement agricole.
La **valorisation des bioressources locales** vise le renforcement du caractère d'adaptation d'une part, et les performances agricoles d'autre part.
Quant à l'urbanisation, elle devrait **ménager les potentialités naturelles et prendre en considération les caractéristiques du milieu**.
Les activités économiques à promouvoir dans ces régions doivent avoir comme support, les potentialités naturelles, les productions locales, le développement des savoir faire locaux, en les valorisant, et par conséquent permettre l'émergence du label des produits du terroir.
L'ensemble de ces éléments sont pris en charge dans ce colloque à travers trois axes à savoir :

Axe I *:***Environnement aride et gestion intégrée des ressources naturelles**
AXE II *:* **Agro biodiversité et optimisation des Facteurs de Production**
AXE III *:* **Gestion de l'espace et contraintes socio-économiques.**

L'aridoculture, en tant qu'activité principale de ces régions, doit être **confortée et accompagnée** du développement des autres secteurs ; hydraulique, industrie, travaux publics, tourisme, artisanat, transport, etc. le tout soutenu par la formation et la recherche notamment dans le cadre de la **nouvelle loi d'orientation de la recherche** (loi : 08-05 du 23 février 2008) qui met l'accent sur la **recherche/ développement** et ce, pour une meilleure gestion des atouts et surtout des contraintes dans le cadre d'un développement durable à l'heure de la mondialisation et des changements climatiques.
A cette rencontre, ont été conviés des scientifiques, des administratifs et des professionnels directement ou indirectement concernés par le développement du secteur agricole, pour analyser, débattre et tenter de répondre à la question majeure :
Comment rendre performante l'agriculture en milieu aride sans compromettre le milieu nourricier ?
Que tous ceux et celles qui ont contribué de prés ou de loin à la réussite de ce colloque trouvent ici nos vifs remerciements et l'expression de notre reconnaissance.

F. LAKHDARI
DIRECTRICE/CRSTRA

Éditorial

En ce début du 21e siècle, l'Algérie reste encore menacée par une forte dépendance alimentaire et une rente pétrolière très fluctuante. L'Etat en est conscient de ce problème, mais si les programmes de développement mis en œuvre se sont soldés certes par des résultats encourageants, ils s'avèrent insuffisants pour répondre aux besoins des populations, notamment dans les régions arides où l'agriculture est difficile et exige des capitaux et aussi du savoir et du savoir-faire.

L'agriculture en zones arides ou aridoculture, est certes une activité traditionnelle soumise comme ailleurs aux impératifs de l'innovation, des contraintes naturelles et socio-économiques, mais elle est appelée à relever un double défi, celui de répondre aux besoins croissants de la société en améliorant sa production et sa productivité et en même temps de veiller à la préservation de milieux très fragiles et confrontés ici plus qu'ailleurs aux aléas de la dégradation et de la désertification. En effet, des exemples d'intervention de l'Homme qui se sont soldées par une dégradation parfois irréversibles des milieux naturels dans ces bioclimats ne manquent pas aussi bien à l'échelle nationale que mondiale avec des conséquences dramatiques telles que pauvreté, exode rural et migrations. L'aridoculture devra prendre aussi en considération des aspects plus récents à savoir les changements climatiques et le commerce mondial qui évoluent dans un sens désavantageux avec des incidences plus aiguës dans les régions concernées.

Certes, l'agronomie reste pour beaucoup une science des localités, mais ici plus qu'ailleurs, elle doit être ouverte aux avancées scientifiques et technologiques et à leur application. En effet, la performance de l'aridoculture est liée pour une bonne part à sa capacité de valoriser les résultats de la recherche menée souvent dans un contexte éloigné de la réalité des régions arides en les intégrant dans une vision thématique multidisciplinaire pour le développement durable et l'amélioration des conditions de vie des populations. Ce qui donnera lieu à un développement rural avec des répercussions non seulement à l'échelle des régions arides mais au-delà de ces contrées humaines et même au-delà des frontières

nationales. C'est dire que les enjeux sont très importants et concernent différents aspects à la fois des géopolitiques, économiques et sociaux.

C'est en ce sens que le Colloque International de l'Aridoculture (optimisation des productions agricoles et développement durable) organisé par le CRSTRA (Centre de Recherche Scientifique et Technique des Régions Arides) à Biskra les 13 et 14 décembre 2008 avec plus de 100 contributions scientifiques présentées, et plus de 200 participants de nationalités et d'horizons différents, intervient dans une étape cruciale du développement des régions arides.

Cette rencontre a été l'occasion d'échange et de confrontation d'idées et de résultats dans un contexte mondial de plus en plus ingrat auquel l'aridoculture est appelée à s'adapter par une approche méthodique interactive.

Enfin, notre souhait est qu'au moins une partie des recommandations auxquelles ce colloque a abouti soient prises en considération par les pouvoirs publics et qu'il soit le précurseur d'une aridoculture performante à la hauteur des aspirations locales.

Professeur HALITIM A.
Université de Batna

CONFERENCES PLENIERES

Titre de la Communication	Auteur (s)	Page
SECHERESSE ET ARIDITE A TRAVERS LES DONNEES CLIMATOLOGIQUES	**MATARI A. et ZEUDMI-SAHRAOUI L.**	**1**
L'ARIDOCULTURE : CONTRAINTES, IMPACT et PERSPECTIVES.	**HALITIM A.**	**7**
QUATRE QUESTIONS FONDAMENTALES SUR L'ARIDOCULTURE	**FERCHICHI A**	**17**
CONTRIBUTION A DE NOUVELLES FORMES D'EMERGENCE D'ANTHROPISATION ET D'ANTRHROPOLOGIE HISTORIQUE OASIENNE POUR UNE GESTION DU DEVELOPPEMENT DURABLE DES ESPACES OASIENS.	**OUENNOUGHI M.**	**29**
MAITRISE DE LA PRATIQUE DE L'ARIDOCULTURE COMME PALLIATIF AU MANQUE D'EAU EN ALGERIE	**MOUHOUCHE B.**	**39**
DIAGNOSTIC RURAL PARTICIPATIF AU SERVICE DU DEVELOPPEMENT AGRICOLE DURABLE : EXPERIENCES ET ENSEIGNEMENTS.	**BOULASSEL A., F. ABABSA S., LAKHDARI F.**	**53**
L'ENVIRONNEMENT DES ZONES ARIDES ET L'IMPACT DES AMENAGEMENTS	**BOUREBOUNE L. BENAZZOUZ M.T.**	**63**

AXE I : Environnement Aride et Gestion Intégrée des Ressources Naturelles

Titre de la Communication	Auteur (s)	Page
ORIGINES DE LA SALINITE DES EAUX ET SON IMPACT SUR LE SOL D'UNE REGION A VOCATION AGRICOLE : CAS DE LA PLAINE DE TEBESSA (N.E. ALGERIEN).	DJABRI L., HAN A., AOUN SEBAITI B., MAHIA M.	83
VERS LA DISPARITION DES FOGGARAS DE TIMIMOUN	REMINI B.	97
ESSAI DE PILOTAGE TENSIOMETRIQUE D'IRRIGATION SUR PALMIER DATTIER DU SITE D'EL OUTAYA , BISKRA	OUAMANE A.T., NEZZAR-KEBAILI N., DJOUDI A.M., LAKHDARI F.	107
IMPACT DES EAUX D'IRRIGATION SUR LA SALINITE DES SOLS DANS LA REGION DE *BISKRA* (SUD EST-ALGERIE).	BALA S. & BENSAID R.	119
CHANGEMENT DE LA QUALITE DES SOLS IRRIGUES DE LA PLAINE D'*EL OUTAYA* (*BISKRA*) : DONNEES DE BASE ET HYPOTHESES.	BENAOUDA L., ASSAMI T., MERIDJA W., HALITIM S., HALITIM A.	129
ETUDE EXPERIMENTALE DE L'INFLUENCE DU GYPSE SUR LA DYNAMIQUE DU PHOSPHORE ET SA CINETIQUE D'ABSORPTION PAR LA RAY-GRASS	RAZI S. & HALITIM A.	145
خريطة توزيع الملوحة في منطقة اولال بسكرة وقابلية استزراع الأراضي	GUESMIA H., GUIMEUR K., OUAHABI N.	163
ETUDE DU RENDEMENT DE L'*Atriplex canescens* DANS DIFFERENTES SITUATIONS GEOMORPHOLOGIQUES DANS LA STEPPE SUD-ALGEROISE	BENSEGHIR L., KADI-HANIFI H.	173
IMPORTANCE DES PARCELLES MISES EN DEFENS POUR LA DIVERSITE DES POPULATIONS STEPPIQUES	KOUIDRI M., TAIBAOUI B., TAZAIRT K. & OUAKID M.L.	181
	ADAMOU A., KHELIFI A., KOUIDRI M. & OUAKID M. L	197

AXE II : Agro Biodiversité, Agro-Eco-Systèmes et Optimisation des Techniques Agronomiques

Titre de la Communication	Auteur (s)	Page
LE PALMIER DATTIER DANS LES ZIBAN : UN PATRIMOINE A PRESERVER.	BELHADI A., NEZZAR-KEBAILI N., ROMANI M., GUESMIA H. , SALEM A.	213
LA PALMERAIE DU KSAR D'OUARGLA : EHABILITATION ET PRESERVATION DE SA BIODIVERSITE.	IDDER M.A., BOUAMMAR B. & IDDER-IGHILI H.	225
EXAMEN DES POSSIBILITES DE VALORISATION DES SOUS PRODUITS DU LAGUNAGE AU NIGER ET PERSPECTIVES DE RECHERCHES DANS LE SUD ALGERIEN (CAS DE LA CUVETTE DE OUARGLA).	IDDER T., SANI L., YANSAMBOU B., KAWA R., ABBA M., SEIDL M.	237
FABRICATION DE BLOCS MULTI NUTRITIONNELS (BMN) A BASE DE SOUS PRODUITS DU PALMIER DATTIER. UNE ALTERNATIVE PROMETTEUSE POUR L'ALIMENTATION DU BETAIL EN ZONES SAHARIENNES.	CHEHMA A., SENOUSSI A. ABECHA & MENGA A.	249
IMPACT DE L'INSTALLATION DES PIVOTS POUR L'IRRIGATION DANS LES OASIS ALGERIENNES SUR LA BIODIVERSITE ORTHOPTEROLOGIQUE.	DOUMANDJI-MITICHE B. & DOUMANDJI S.	263
SAUVEGARDE DE L'ABEILLE SAHARIENNE APIS MELLIFERA SAHARIENSIS EN ALGERIE (RESULTATS PRELIMINAIRES)	MOHAMMEDI A., MALKI M., SALHI H., HAMZAOUI M., DIFALLAH H.	277
LE GHOUT DANS LE SOUF; ETAT D'UN SYSTEME INGENIEUX.	SENOUSSI A.	283
UTILISATION RATIONNELLE DE L'EAU EN AGRICULTURE DANS LES REGIONS ARIDES ET SEMI-ARIDES	BOULASSEL A., MOUHOUCHE B., HADDAD M., TARIKT A. Z., TROUDI S., et BENSAADIA M.	295
PERFORMANCES AGRONOMIQUES DE L'ESPECE VICIA NARBONENSIS L. DANS LES REGIONS SEMI-ARIDES DE SETIF	MEBARKIA A.	307

COMPORTEMENT DES VITRO-PLANTS DE PALMIER DATTIER, VARIETE MEDJHOUL, DANS LA REGION DU SOUF.	**OUAMANE A.T., LAHMADI S., LAKHDARI F.**	**325**
BIOLOGIE ET ECOLOGIE DE GANIDA (KOCHIA SCOPARIA (L.) SCHRAD) : PLANTE ENVAHISSANTE DU PERIMETRE DE L'OUATYA, BISKRA.	**BENMEDDOUR T. & FENNI M.**	**341**
CONTRIBUTION A L'ETUDE DES CONDITIONS DE GERMINATION DE ZIZIPHUS LOTUS (L) DESF.	**SARIDI A.**	**357**
HYBRIDATION DE *l'Opuntia ficus* INDICA MILL F. INERMIS PAR *l'Opuntia robusta var. robusta* DANS LE MILIEU STEPPIQUE.	**LALLOUCHE B., HADJKOUIDER B., CHAOUCH F.Z., BOUTEKRABT A.**	**369**
ETUDE DU NIVEAU D'INFESTATION PAR LA COCHENILLE BLANCHE PARLATORIA BLANCHARDI TARG., 1868 (HOMOPTERA, DIASPIDIDAE) SUR TROIS VARIETES DE PALMIER DATTIER DANS LA REGION DE BISKRA	**MEHAOUA M.S et BICHE M.**	**379**
NOTE SUR L'IRRIGATION LOCALISEE DES PALMIERS DANS LES CONDITIONS SAHARIENNES	**LAKHDARI F. DUBOST D.**	**397**
ESSAI DE COMPORTEMENT ET D'EVALUATION AGRONOMIQUE ET TECHNOLOGIQUE DE 5 VARIETES DE PISTACHIER DANS LES CONDITIONS PEDOCLIMATIQUES DE TIGHENNIF W MASCARA	**DEBACHE M.**	**407**
BIOECOLOGIE DES POPULATIONS D'OUTARDES HOUBARA (*Chlamydotis undulata undulata*) DANS LA RERGION DE BISKRA	**BELHAMRA M.**	**419**
SECHERESSE ET AGRICULTURE : EFFETS DE LA SECHERESSE SUR LA PRODUCTION DU BLE D'HIVER.	**ABDERRAHMANI B., HADJEL M., DOBBI A. & HASSINI N.**	**441**
MIRO PROPAGATION DU PISTACHIER DE L'ATLAS (*PISTACIA ATLANTICA* DESF) PAR L'EMBRYOGENESE SOMATIQUE ET ETUDE DU CAROTYPE.	**CHAOUCH F.Z., OUKARA F.Z.**	**453**

AXE III : Gestion de l'espace et contraintes socio-économiques

Titre de la communication	Auteur (s)	Page
COMMERCIALISATION DU LAIT DE CHAMELLE EN ALGERIE : MYTHE OU REALITE.	**ADAMOU A.**	**469**
CONTRIBUTION A L'ANALYSE DE LA FILIERE DATTES EN ALGERIE CAS DE LA *DEGLET NOUR* DES *ZIBAN*.	**MESSAK M.R. & NEZZAR-KEBAILI N.**	**481**
LA GESTION PAYSANNE DES RESSOURCES EN EAU DANS LES PALMERAIES TRADITIONNELLES PERIURBAINES DE BISKRA « MAITRISER L'EAU, C'EST MIEUX GERER L'ENSEMBLE DE L'ESPACE AGRICOLE OASIEN ».	**FOUFOU A.**	**503**
LA PRATIQUE DE L'IRRIGATION LOCALISEE : EXEMPLE D'UNE ZONE SAHARIENNE IRRIGUEE.	**S. AZEBAOUI, S. BEDRANI , O. BOUAZOUNI , F. BOUZAHZAH , Z. GORMA**	**521**
CARACTERISATION D'UN AGROSYSTEME OASIEN : VALLEE DU M'ZAB ET GUERRARA (WILAYA DE GHARDAIA).	***KHENE B.***	**535**

CONFERENCES PLENIERES

SECHERESSE ET ARIDITE A TRAVERS LES DONNEES CLIMATOLOGIQUES

MATARI A.
IHFR-Oran

RESUME
Dans le Sahara l'eau de pluie est rare mais existe tout de même et il peut pleuvoir jusqu'à sept jours consécutifs. La végétation s'est adaptée à ce milieu pour réduire l'évaporation élevée et survivre aux longues périodes sans pluie. Les eaux de pluie non suffisantes en quantité et les évapotranspirations très souvent supérieures à 2000mm l'année permettent rarement à la végétation de se développer; mais les microclimats existent et sont complètement différents des macroclimats. Malgré leur faible importance les précipitations sahariennes provoquent dans les régions accidentées des écoulements superficiels qui sont loin d'être négligeables comme les lits d'oued et les zones d'épandage servant à l'agriculture peuvent être très étendus. Donner une limite des déserts est assez subjective; celle de 100mm par an en moyenne considérée par certains auteurs n'est pas toujours réaliste car le cumul annuel est très variable d'une année à l'autre donnant au paysage saharien des images de végétation totalement différentes. Les conditions climatiques extrêmes caractérisent bien le Sahara, des températures qui dépassent parfois les 50°C, des précipitations rares mais parfois exceptionnelles causant d'énormes dégâts. On pourrait penser qu'il fait toujours sec au Sahara, mais si on définit l'événement de sécheresse comme un aléa d'un climat moyen d'une zone donnée, alors la sécheresse va apparaître d'une façon épisodique mais avec une durée plus longue et une rigueur plus grande que les régions du nord.
La sécheresse saisonnière est représentée par le déficit de précipitation à l'intérieur de l'année, et la plante au cours de son cycle végétatif n'est pas sensible de la même façon. On peut observer par exemple des séquences sans pluie de 280j à *El Goléa*, 358j à *Tamanrasset* et à peine 202j à l'*Assekrem* suite à l'effet de l'altitude. La variation saisonnière des totaux mensuels sur un certain nombre de stations du Sahara montre la différence entre celles du Hoggar et les autres aussi bien sur le plan de la quantité que de leur évolution durant l'année.
La climatologie définie la sécheresse pluriannuelle en comparant le total recueilli par rapport à une valeur de référence qui est souvent la moyenne, également appelée normale ou par rapport à une valeur ayant une durée de retour donnée. Plusieurs critères permettent de la caractériser et seront comparés. Ces critères sont généralement liés à la variabilité interannuelle des totaux de pluies qui est bien plus élevée pour les stations du Sahara. Par

exemple à *Tamanrasset* l'année la plus sèche enregistrée est de 1mm et la plus arrosée 160 mm. Si d'après Dubief, un pâturage moyen est observé avec un cumul de 40 mm de pluie l'année, il aura une durée de retour moyenne de 5ans à *El Goléa* et seulement de 2 ans à *Tamanrasset*.
L'aridité est plutôt un état habituel et des indices climatiques globaux sont utilisés pour classer les climats en fonction de leur aridité. On peut citer ceux de Martonne, Moral, Emberger, les diagrammes ombrothermiques, etc. Si le réchauffement climatique est également observé dans les régions désertiques comme à la station de *Tamanrasset* et sera plus important durant les décennies à venir, pour les précipitations suite à leur faible quantité et à leur forte variabilité spatio-temporelle il sera difficile d'en juger mais il ressort en général une migration vers le nord des isohyètes traduisant un assèchement et une aridification progressive. Cette aridification touche également les régions semi arides comme celle de l'ouest de l'Algérie.

Mots clés : Sahara, sécheresse, aridité, végétation.

INTRODUCTION :
Les déserts couvrent le tiers des terres émergées. Ils se retrouvent dans les parties descendantes des cellules de Frenel et d'Hadley favorisant ainsi la subsidence de l'air atmosphérique.
Le Sahara est un désert zonal, il est le siège permanent d'un anticyclone dynamique stable qui empêche toute condensation particulièrement en son centre. En hiver, la partie nord du Sahara est atteinte par les perturbations du front polaire et reçoiv quelques précipitations. Plus rarement il touche même la partie la plus méridionale comme la région du Hoggar. En été, c'est cette partie la plus au sud qui grâce à la remontée du front intertropical est la plus arrosée par les pluies de mousson qui sont des pluies orageuses. Au Sahara les hivers sont rigoureux avec des températures négatives particulièrement en altitude. Durant la saison des pluies le paysage du Sahara particulièrement celui du Hoggar se transforme complètement, et une végétation abondante contraste avec le paysage environnant désertique.

Données et méthodes :

Les données de précipitations et de température proviennent des stations principales et secondaires de l'ONM. Nous avons pris en considération les données de Biskra, d'El Goléa, Djanet, Tamanrasset et l'Assekrem. Un certain nombre de stations installées pour la lutte antiacridienne sont également considérées pour analyser la variation de la pluie et la température en fonction de l'altitude. Précipitation, s'il existe une certaine difficulté à mesurer les précipitations, au Sahara cette difficulté est plus accentuée suite à la rareté de la pluviométrie et à la distance élevée qui sépare les stations. Les faibles précipitations s'évaporent rapidement et les

pluies occultes comme la rosée difficilement mesurable permettent de garantir un minimum de vie pour la végétation. Le tableau suivant(Tableau1) donne les pluviométries moyennes annuelles pour les stations de BISKRA, EL GOLEA, DJANET, TAMANRASSET et l'ASSEKREM.

Table 1 : Evolution saisonnière des précipitations des différentes stations.

station/mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Biskra	12.7	7.9	14.5	12.3	9.1	4.6	1.0	4.1	20.6	19.6	16.5	10.9	130.4
El Golea	5.5	2.3	3.8	2.1	0.8	0.6	0.04	0.2	1.2	2.4	5.1	9.0	33.2
Djanet	0.6	1.6	1.0	0.6	2.8	1.7	0.1	1.1	4.8	2.3	2.3	2.0	19.7
Tamanrasset	1.5	1.4	0.7	3.1	7.0	5.0	3.4	6.0	8.9	3.6	2.7	2.5	45.7
Assekrem	3.2	6.2	4.4	7.4	14.0	14.3	7.0	14.5	19.7	9.5	6.3	7.9	114.0

Biskra et El Goléa présentent une évolution saisonnière du type méditerranéen à maximum hivernal aussi bien pour les totaux de pluies et les jours de pluie. Tamanrasset et l'Assekrem présentent un maximum en été dû à l'effet de mousson.

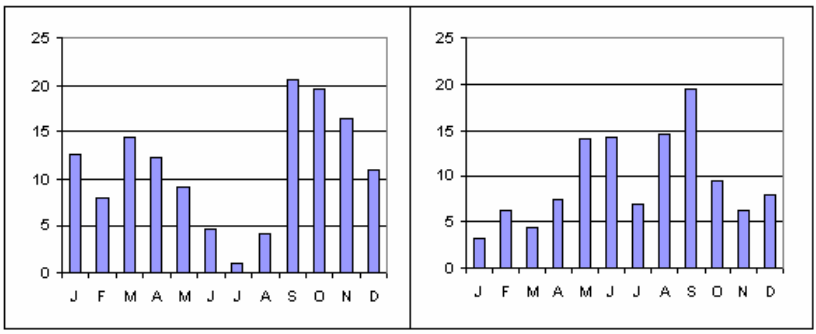


FIG.1 : Evolution saisonnière des précipitations à BISKRA et l'ASSEKREM

Djanet se trouve à l'intermédiaire des deux régimes. Toutefois pour les pluies Sahariennes il est recommandé de calculer les médianes qui sont à notre sens plus représentatives que la moyenne pour décrire un paramètre de tendance central.
D'une façon générale la pluviométrie diminue du nord au sud mais augmente au Hoggar suite au relief. Le tableau suivant (Tableau 1) condense ces informations et la fig.1 montre l'évolution pour Biskra et l'Assekrem.

La variabilité interannuelle caractérise mieux la pluviométrie du Sahara. On observe une plus grande irrégularité au fur et à mesure que l'on avance vers le centre. Cette variabilité est bien décrite par le coefficient de variation (CV) rapport entre l'écart type et la moyenne. Sur les marges du désert elle est de l'ordre de 30%, dans la partie centrale, dans la région la plus aride elle dépasse les 100%. D'une façon générale la variabilité interannuelle croit avec l'aridité du lieu. Le tableau 2 suivant donne le coefficient de variation pour nos 4 stations à l'échelle du mois et la figure 1 schématise l'évolution pour Biskra et l'Assekrem.

Table 2 : Evolution saisonnière des coefficients de variation (CV) aux différentes stations

Station/mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Biskra	137	211	128	119	141	210	200	224	254	161	120	127	76
El Golea	215	167	166	176	213	362	>400	316	212	179	184	238	33
Djanet	403	298	186	200	231	228	360	450	216	154	385	386	108
Tamanrasset	370	310	350	250	250	150	170	160	165	280	330	300	77
Assekrem	340	332	151	166	140	127	114	136	1177	161	321	168	52

Ils montrent qu'en général le mois le plus sec présente la plus grande variabilité relative. Si pour une station du nord le rapport entre l'année pour la plus arrosée et la moins arrosée est de l'ordre de 4 pour l'Assekrem l'année la moins pluvieuse est de 7.6 mm en 1973 l'année la plus pluvieuse on a enregistré 267 mm. Pour Tamanrasset on a respectivement 0.9 mm (1973) et 167 mm (1933).
Pour Biskra la différence est encore aussi étonnante car on a recueilli 24.9 mm en 1944 et 590 en 1969.

INTENSITE :

L'intensité est un paramètre qui conditionne le ruissellement de surface et l'infiltration, les gouttes d'eau vont ainsi cheminer pour se rassembler dans un lit d'oued qui pourra alors abreuver les régions pour lesquelles la quantité de pluie reçue est faible et réactiver ainsi la vie agricole et pastorale sur de longues distances.
On peu distinguer les intensités moyennes journalières et les intensités instantanées. La pluie maximale en 24h est fréquemment utilisée en hydrologie pour sa simplicité, elle représente le total journalier le plus élevé durant un mois donné. C'est généralement durant cette journée que l'on observe les intensités maximales. A titre d'exemple on a recueilli 73mm à l'ASSEKREM en une journée de novembre 1958, en Mars 1988 on a enregistré 127mm en deux jours. A BISKRA en septembre 1969 on a recueilli en une journée 151mm. Si les pluies maximales en 24h suivent une

loi de GUMBEL la durée de retour de cette valeur de BISKRA dépasse les milles ans. On peut se poser la question sur la limite physique possible que l'on peut recueillir.
Ces intensités moyennes journalières échappent souvent à la réalité car c'est l'intensité instantanée calculée sur un temps donné qui a le plus de répercutions et occasionne souvent des dégâts important aux populations. nous donnons quelques valeurs caractéristiques observées : le 1er septembre 1974 on recueilli 80mm en 2heures soit 44mm/h , en mars 1988 la pluie a duré 40h et on a recueilli un total de 120mm soit une intensité moyenne de 3mm/h, à Biskra sur une plage de 24h on a recueilli 168mm et à Barika 208mm ou 45 mm en 3h soit 15mm/h, à Tolga le 22 octobre on a recueilli 32mm/h en 5h30 soit un total de 176mm.
Ces quelques résultats sont portés sur le graphe ci-dessous qui donne les intensités maximales observées au SAHARA tirées du climat du SAHARA (Jean Dubief).

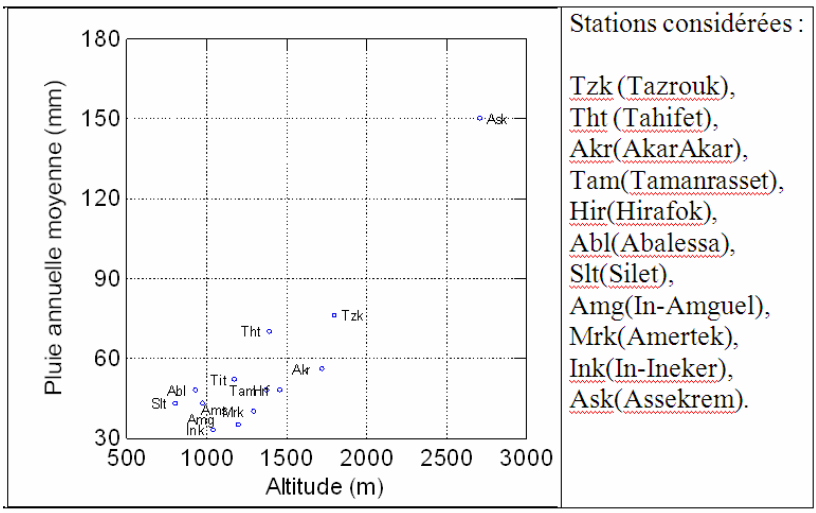


Fig.2: Pluviométrie et altitude

Températures :

Les températures moyennes minimales et maximales ont pratiquement la même évolution pour toutes les stations à savoir un maximum en été et un minimum en hiver, les stations de l'ASSEKREM et de TAMANRASSET ont des températures plus fraiches suite l'effet de l'altitude. Nous donnons à titre d'exemple les températures moyennes à EL GOLEA et l'ASSEKREM.

stations/mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
EL Golea	3.7	5.5	8.5	12.1	15.9	21.9	25.9	25.5	20.7	18.0	8.7	4.8	14.3
Assekrem	6.6	7.7	10.1	14.0	17.3	19.5	19.6	19.0	17.5	14.3	10.3	7.6	163,5

Mais ce sont les températures minimales et maximales absolues qui ont le plus d'impact sur la population et l'environnement en générale.-13°c en janvier à l'Assekrem et des températures maximales absolues de 47°C sous abri.

Evapotranspiration :

Au Sahara l'évaporation et l'évapotranspiration sont plus élevés. L'évaporation est mesurée à l'aide de l'évaporométre piche sous abri ou bien à l'aide du bac d'évaporation. L'évapotranspiration potentielle est généralement calculée à l'aide de formules comme celle de THORNTHWAITE, TURC, PENMAN. Celle qui pourrait être la plus représentative au Sahara est celle de Penman dont la mesure où elle intègre plusieurs éléments du climat.

La figure 3 suivante donne l'évapotranspiration potentielle Penman à partir des données de Biskra. On remarque les fortes valeurs d'évapotranspiration particulièrement en été.

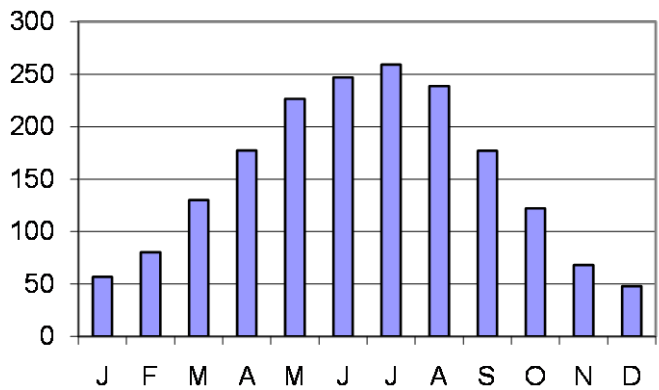


FIG. 3 : Evapotranspiration à Biskra

SECHERESSE ET ARIDITE :

Le mot sécheresse est souvent employé de façon imprécise, la sécheresse est un déficit hydrique on parle de sécheresse atmosphérique quand le prélèvement par évaporation excède l'apport pluviométrique.

L'ARIDOCULTURE : CONTRAINTES, ATOUTS ET PERSPECTIVES.

Amor HALITIM.
Département Agronomie- Université de Batna

RESUME :
On estime à l'heure actuelle qu'environ 40% des terres émergées de la planète sont arides, soit 5,2 milliards d'hectares, sur lesquelles vivent plus de 2 milliards de personnes. L'Afrique contient 37% de zones arides. En Algérie, ces dernières représentent prés de 95% du territoire national, dont 80% dans le domaine hyper aride.

Dans ces régions, la dégradation des ressources naturelles (sol, eau, biodiversité) dont le stade ultime est la désertification, est devenue inéluctable. Inverser ou même arrêter ce processus, n'est pratiquement pas possible, parce que les facteurs essentiels de son déclenchement et de son aggravation ne sont pas maîtrisables à l'échelle régionale d'une part et parce qu'il difficile de concilier développement durable et satisfaction d'une population en croissance et de plus en plus exigeante d'autre part. Le décaler dans le temps, le ralentir, le prévoir, le contrôler, cela est possible et nécessaire. S 'adapter aux rudes conditions qui règnent, à travers notamment une aridoculture durable dans le sens agronomique, mais aussi environnemental, économique et social est indispensable.

Soumise à de nombreuses contraintes, à la fois physiques (climat, eau et sol), biologiques et socio – économiques. La pratique de l'aridoculture est difficile et peut conduire à une atteinte à l'environnement et à la durabilité de l'agriculture. Cette dernière se trouve encore plus menacée par un réchauffement accentué des régions arides et par les futures conditions de libre circulation des produits agricoles, favorisant les régions à forte productivité.

L'aridoculture est certes la pratique dont l'objectif est de répondre aux besoins alimentaires et socio-économiques de régions arides à ressources hydriques faibles ou fossiles et à écosystèmes fragiles, mais elle constitue souvent un facteur de dégradation du milieu. En effet, qu'elle soit fondée sur une agriculture en sec ou en irrigué, qu'elle traite de l'élevage nomade ou sédentaire, on observe une atteinte aux composantes de base des écosystèmes (sol, eau, plante) dans ces régions, mettant en péril sa durabilité avec des conséquences sur les plans économique (baisse de la productivité des agrosystèmes, du niveau de vie et du pouvoir d'achat) et social (exode rural, paix sociale menacée).

Quelques atouts caractérisent ces régions et doivent être valorisés. Tout d'abord, le soleil et le vent qui peuvent être une source d'énergie renouvelable à utiliser en agriculture pour exécuter différentes tâches. Si les régions arides se définissent comme des zones à faibles ressources hydriques, parfois comme c'est le cas d'une partie du Sahara, le sous sol recèle d'immenses réserves hydriques. Des températures élevées et des sols légers propices à la production de primeurs. Des spéculations spécifiques de grande valeur commerciale comme la phoeniculture ou de grande endurance comme le dromadaire. Des agrosystèmes (les oasis) biens adaptés et valorisant au mieux les facteurs écologiques et de production et dont l'impact n'est pas seulement agricole. Une richesse floristique d'une grande valeur sur les plans agronomique, environnemental et médical. Un attrait touristique certain. Un savoir faire et des capacités d'adaptation des populations locales, pour gérer les terres arides et supporter les rudes conditions de vie.

Différents programmes de développement ont été mis en œuvre dans ces régions aussi bien pour améliorer la production agricole que pour protéger l'environnement, mais force est de constater que les objectifs assignés à ces programmes n'ont pas toujours étaient atteints parce qu'ils n'avaient pas de fondements scientifiques et techniques suffisants, n'avaient pas prise avec les réalités du terrain, n'avaient pas associés les populations concernées et parce que le problème était d'une trop grande ampleur et exige des actions intersectorielles et une interdisciplinarité.

Une volonté politique est donc interpellée ici plus qu'ailleurs, à travers la concrétisation d'un plan de développement à long terme de ces régions où l'agriculture est certes le secteur focal mais doit être accompagné d'autres secteurs, l'hydraulique, l'industrie, la recherche, le tourisme, les transports, les travaux publiques, l'artisanat etc.., dans le cadre d'une gestion intégrée de l'espace. Cette stratégie de développement durable doit être élaborée à la lumière des spécificités, des atouts, des contraintes des régions arides, mais aussi à la lumière des expériences et des changements à l'échelle mondiale.

Mots-clés : Régions arides, aridoculture, développement durable, contraintes, impact.

L'ARIDOCULTURE: CONTRAINTES, IMPACT ET PERSPECTIVES

INTRODUCTION :

L'objectif premier de l'agriculture est de fournir l'alimentation à l'être humain. Ces besoins augmentent quand la population croît ; additionnelle ment, la demande augmente quand le revenu moyen augmente. La population mondiale prévue en 2025 serait de 8,5 milliard. Le revenu moyen de cette population augmente aussi. La seule augmentation de la population nécessite une augmentation estimée en 1987 par la FAO de la production agricole d'environ 40 à 50% sur les prochaines 30 à 40 années (20 et 60 % d'augmentation respectivement pour les régions développées et en voies de développement), dans le but de maintenir le présent niveau d'alimentation actuel dans les pays en développement. Selon ces données, il est conclu que de nombreux pays du monde doivent augmenter leur capacité à produire des aliments et /ou à contrôler leur population, pour faire face à leur besoins alimentaires futurs. Or les besoins fondamentaux de l'Homme aussi divers que variés en termes de sécurité alimentaire ont été assurés grâce à la diversité biologique agricole. Sa conservation au niveau des systèmes de production est très liée à une utilisation rationnelle et durable permettant de garantir une productivité soutenue à long terme, non seulement sur le plan écologique, mais également sur le plan biologique, économique et social.

On estime à l'heure actuelle qu'environ 40% des terres émergées de la planète sont arides, soit 5,2 milliards d'hectares, sur lesquelles vivent plus de 2 milliards de personnes. L'Afrique contient 37% de zones arides. En Algérie, ces dernières représentent prés de 95% du territoire national, dont 80% dans le domaine hyper aride. Elle est soumise aux effets du réchauffement climatique.

Les Etages bioclimatiques méditerranéens sont classés selon la pluviométrie comme suit :

- Etage hyper-aride ou Saharien : < 100 mm
- Etage aride : entre 100 et 350/400 mm
- Etage semi-aride : entre 350/400 et 600 mm.
- Etage sub-humide : entre 600 et 800 mm
- Etage humide : > 800mm.

Les étages aride et semi-aride peuvent être à leur tour subdivisés. Très souvent dans les travaux, les termes zones arides ou régions arides intègrent les étages hyper-aride, aride et semi-aride ou se réfèrent uniquement à l'étage hyper-aride.

D'une manière générale, en régions méditerranéennes à cause des caractéristiques du milieu physiques les écosystèmes sont fragiles et sensibles aux facteurs de dégradation, cependant, dans cet exposé nous nous intéressons aux régions situées dans les étages bioclimatiques aride et hyper-aride, c'est à dire aux régions déjà désertiques et les régions les plus vulnérables vis à vis de la dégradation du milieu. En Algérie les ¾ du territoire est confronté avec acuité à ces phénomènes.
Dans ces régions l'espace agricole se rétrécit à cause de la dégradation des terres arables et l'augmentation de la production agricole suppose aussi une intensification de l'agriculture qui n'est pas sans danger sur les ressources naturelles : eau, sol, biodiversité. L'augmentation de la productivité doit se faire en veillant à sa durabilité, ce qui suppose une optimisation des productions agricoles c'est à dire la recherche d'un compromis entre productivité et durabilité. C'est le rôle de l'aridoculture

LES OBJECTIFS DE L'ARIDOCULTURE :

Il s'agit d'élaborer et de mettre en œuvre une agriculture prenant en considération la faiblesse des ressources hydriques et la fragilité des écosystèmes généralement peu productifs des régions arides et devant être performante, répondant aux besoins de la société, protectrice de l'environnement et durable.

Or les régions arides présentent de nombreuses contraintes à leur développement, mais elles renferment aussi des atouts qu'il s'agira d'exploiter et de valoriser pour le bien être des populations qui y vivent. Par ailleurs, à cause de la globalisation mondiale, l'agriculture en zones arides malgré les contraintes liées au milieu devra évoluer dans ce nouveau système de libre circulation des produits en devenant plus performante et répondre à une économie de marché où la compétitivité est rude et pas à son avantage.

Le problème fondamental de l'agriculture dans ces régions reste la productivité et les rendements. Dans ces régions, la contrainte environnementale majeure qui limite la production agricole est la sécheresse et les températures élevées.
Ces régions présentent de nombreuses contraintes à leur développement, mais elles renferment des atouts qu'il s'agira d'exploiter et de valoriser pour le bien être des populations de ces régions.

LES CONTRAINTES :

Les productions agricoles des zones arides sont soumises à de nombreuses contraintes, particulièrement d'ordre physique.

Les contraintes climatiques

Ces régions sont caractérisées par la grande variété de conditions climatiques et surtout la pluviométrie qui par son irrégularité entraîne souvent des cycles de sécheresse plus ou moins long , ce qui entrave la production du secteur agricole.

Cette sécheresse affecte tous les processus physiologiques de croissance et de développement des espèces animales et végétales.

L'aridoculture est confrontée aux contraintes climatiques et édaphiques.

- Pluies insuffisantes (<400mm/an) et irrégulières avec tendance à la diminution (déficit hydrique, irrigation, régénération, désertification, reconstitution des réserves).

Elles sont mal réparties dans le temps et l'espace et tombant souvent sous forme d'orage (inondation, ruissellement, érosion), parfois « grélifère » (accident météorologique sur les cultures).

-Températures élevées, avec de grandes amplitudes, journalières (jusqu'à 40°C). tendance au réchauffement (augmentation de l'ETP, salinisation, dégradation de la matière organique, augmentation des besoins en eau, diminution de la productivité, gels tardifs, échaudage, raccourcissement du cycle végétatif, déplacement des zones agroclimatiques, baisse des performances zootechniques, mortalité, extension des problèmes phytosanitaires).

En présence d'un tel réchauffement climatique les besoins en froid ne sont pas satisfaits notamment pour les arbres à pépins. Les dates de floraison sont avancées d'une à deux semaines avec des risques de gelées, ce qui se traduit par une maturation plus précoce.

En zone steppique, le réchauffement amorcé les deux dernières décennies a provoqué une élévation de la température moyenne annuelle de plus d'1°C, avec des extrêmes dépassés dans certaines régions. Cela a provoqué un déplacement de l'étage aride vers le Nord de plus de 100Km si on se refere à SEGUIN(2002) et en altitude. Les conséquences en sont des déplacements des zones agroclimatiques potentielles de nombreuses espèces, un dépérissement des peuplements forestiers (cas du cèdre dans les Aurès), une perte de la biodiversité, une pédogenèse inhibée, une accentuation de la désertification.

Vents fréquents et violents, parfois chaud (érosion éolienne, désertification, formation de paysage dunaire, menace des agglomérations, infrastructures et zones agricoles, augmentation de l'ETP, échaudage, action mécanique sur les des populations rurales (DUBOST, 2002).

Contraintes édaphiques

Les sols des régions arides présentent plusieurs contraintes agrologiques :

- Sols de profondeur et texture variable (gestion et méthodes d'aménagement différentes, choix des cultures, techniques culturales, pollution)
- Sols basiques, calcaires et/ou gypseux et/ou salés (HALITIM, 1989) (faible fertilité, stress salin, dégradation de la structure, biodisponibilité des nutriments, entrave au développement du système radiculaire, techniques culturales appropriées, faible productivité des plantes).
- Tendance à l'extension de la salinisation (DAOUD et HALITIM, 1994)
- Sols pauvres en matière organique (faible fertilité, dégradation de la structure, érosion, diminution de la couche arable, baisse de la réserve en eau et de la productivité. Sols à pellicule de surface (zones steppiques et irriguées, ruissellement, érosion en nappe, problème de régénération, désertification)
- Sols hydromorphes (Oasis, endoréisme, maîtrise de l'irrigation, drainage, choix des périmètres irrigués).

Contraintes Hydriques

Les eaux d'irrigation en régions arides du Maghreb sont riches en chlorures mais aussi en sulfates, surtout les eaux de nappes profondes et les eaux géothermiques

Ces eaux ont des incidences sur les plantes et auront à long terme un impact certain sur la typologie des sols de ces régions.

Ainsi la sécheresse, la rareté des eaux et la salinité sont devenus des problèmes sérieux qui menacent les régions arides et peuvent causer une dégradation parfois irréversible du couvert végétal. La recherche d'espèces végétales résistantes à ces conditions constitue une nécessité

Dans les régions arides les principales contraintes hydriques du point de vue agronomiques et environnemental sont les suivantes

- Ressources hydriques insuffisantes. Elles sont surtout d'origine souterraine et souvent fossile (UNESCO, 1972). Elles sont surexploitées (KHADRAOUI, 2006).
- Ressources hydriques limitées par l'envasement des barrages.
- Elles sont généralement de qualité médiocre : salées elles provoquent une dégradation de la qualité des sols (salinisation, sodisation, changement de faciès géochimique) et des effets sur le développement et la productivité des plantes (augmentation du des ressources naturelles, potentiel osmotique et déséquilibre nutritionnel) ou polluées (surtout par NO_3).
- Coût de l'exploitation élevé
- Eaux chaudes (environ 60°C), nécessitant un refroidissement.

Contraintes agronomiques

Il est possible de résumer les principales contraintes agronomiques à travers les rubriques suivantes :
- Faible productivité des agrosystèmes et faibles performances zootechniques.
- Mise en culture de terres marginales, peu fertiles (cas des zones steppiques ou des sols salés)
- Techniques culturales, itinéraires techniques non maîtrisés ou non appliqués, notamment en ce qui concerne la préparation du sol.
- Espèces et variétés inadaptées ou plants et semences de mauvaise qualité
- Fertilisation empirique (inefficacité ou pollution des nappes) et restitution organique très insuffisante.
- La salinité et la nutrition minérale constituent les contraintes majeurs responsables de la limitation de la productivité des plantes dans ces régions.
- Equipement insuffisant, inadapté ou mal utilisé.
- Protection des cultures peu maîtrisée, prolifération des adventices, insectes et maladies (cas du criquet, du bayoudh, des nématodes ..)
- Irrigation non maîtrisée en termes de dose, mode, fréquence et qualité, se traduisant par un gaspillage, une insuffisance, un stress salin ou des brulures sur les plantes.
- Niveau technique des agriculteurs insuffisant en terme de savoir faire.

Contraintes Socio économiques
- Forte démographie accentuant la pression sur les ressources naturelles.
- Isolement des exploitations, éloignement des voies d'accès, enclavement, absence d'énergie électrique (PERENNES,1980)
- Inadéquation des systèmes de production à cause du morcellement et de l'indivision des terres (cas de l'association céréales-moutons et accès aux terres de parcours).
-- Absentéisme des propriétaires, niveau d'instruction des agriculteurs insuffisant et absence d'organisation socio- professionnelle ABABSA, 2006).
- La pauvreté des populations rurales et les disparités entre les zones rurales et urbaines, se traduit par des difficultés d'investir dans des projets viables en milieu agricole, mais plutôt pour survivre à sur exploiter les ressources naturelles, à travers, le surpâturage, le défrichement, la mise en culture en sec, la déforestation. En dernier ressort, à cause de la dégradation des ressources et la désertification cette situation se traduit par l'exode rural.

LES ATOUTS DE L'ARIDOCULTURE :

A coté de nombreuses contraintes au développement agricole en régions arides il existe des atouts pour une aridoculture performante :

- La disponibilité d'énergies renouvelables et notamment solaire et éoliennes
- Disponibilité dans de nombreuses zones d'importantes ressources hydriques.
- Possibilités de production de fruits et légumes précoces par suite de conditions climatiques e édaphiques favorables.
-Disponibilité d'un matériel végétal et animal adapté aux contraintes climatiques, édaphiques, hydriques et salines.
- Savoir-faire des oasiens sur les meilleures conditions de gestion de l'espace agricole à travers l'adoption des cultures en 03 strates (palmier dattier, arbres fruitiers, cultures maraîchères ou cultures fourragères ou cultures céréalières).
- Savoir-faire dans la gestion des zones agropastorales à travers l'association céréales-pastoralisme et l'affectation des terres à emblaver en orge et celles à réserver à l'arboriculture.
- Savoir-faire dans la collecte et le stockage de l'eau et la protection des sols à travers la réalisation d'ouvrages à partir de matériaux disponibles sur place et utilisant le contexte géomorphologique local.
- Disponibilité d'eaux géothermales chaudes constituant une source d'énergie pour le chauffage des serres et la production de légumes à contre saison.
- Atout touristique certain de ces régions avec des conséquences sur l'aridiculture (baisse de la pression et écoulement des produits).

CONSEQUENCES DE L'ARIDICULTURE (non raisonnée):

L'aridoculture est certes la pratique dont l'objectif est de répondre aux besoins alimentaires et socio-économiques de régions arides à ressources hydriques faibles ou fossiles et à écosystèmes fragiles, mais elle constitue souvent un facteur de dégradation du milieu. En effet, qu'elle soit fondée sur une agriculture en sec ou en irrigué, qu'elle traite de l'élevage nomade ou sédentaire, on observe une atteinte aux composantes de base des écosystèmes (sol, eau, plante) dans ces régions, mettant en péril sa durabilité avec des conséquences sur les plans économique (baisse de la productivité des agrosystèmes, du niveau de vie et du pouvoir d'achat) et social (exode rural, paix sociale menacée)

Le Dry-farming provoque la dégradation des sols (perte de MO, destructuration, érosion, diminution de l'épaisseur et de la fertilité des sols).

Le dégradation des parcours steppiques à cause de la sécheresse, mais aussi à cause d'une aridoculture non raisonnée (labours, dégradation de l'écosystème, désertification, sables dunaires, diminution des espèces spontanées, atteinte à la biodiversité)

On peut énumérer plusieurs conséquences néfastes d'une agriculture irrationelle :

- La salinisation des terres irriguées, extension des terres salées, diminution des rendements
- La pollution des nappes (fertilisants et pesticides)
- La remontée de la nappe superficielle
- Le rabattement des nappes profondes.
- la diminution de la biodiversité, tendance vers la monospéficité ou monovariété pour des raisons commerciales
- La prolifération des insectes, maladies et adventices.

SUGGESTIONS ET PERSPECTIVES :

Les nouveaux rapports mondiaux et notamment la libre circulation des produits ne sont pas à l'avantage de l'aridoculture, mais doivent pousser cette dernière vers des mutations des pratiques agronomiques locales, c'est-à-dire vers une meilleure gestion de la ressource hydrique, la mise au point de variétés et l'élaboration de techniques culturales appropriées. Ces mutations devront partir des savoir-faire existants et associer et faire participer les populations concernées (BENZIOUCHE,2006).

Une aridoculture performante dans le cadre d'un développement durable suppose une évaluation des ressources naturelles par l'utilisation de techniques adéquates (SIG, télédetection) en vue d'adopter une stratégie en relation avec les réalités du développement et qui comprend l'organisation, la planification et la gestion de ces ressources.

Une volonté politique est donc interpellée ici plus qu'ailleurs, à travers la concrétisation d'un plan de développement à long terme de ces régions où l'agriculture est certes le secteur focal mais doit être accompagné d'autres secteurs, l'hydraulique, l'industrie, la recherche, le tourisme, les transports, les travaux publiques, l'artisanat etc.., dans le cadre d'une gestion intégrée de l'espace. Cette stratégie de développement durable doit être élaborée à la lumière des spécificités, des atouts, des contraintes des régions arides, mais aussi à la lumière des expériences et des changements à l'échelle mondiale.

Une politique de soutien à l'investissement agricole est nécessaire et doit être revue à la hausse (actuellement 6 à 7% de la production, elle est de 48% dans l'UE) notamment en zones arides où les contraintes sont multiples.

Une politique de réutilisation pour l'irrigation après épuration des eaux usées dans ces régions doit être adoptée et généralisée. De même qu'il y a lieu d'encourager les techniques économisatrices d'eau.

Il y a lieu de promouvoir la diversification des activités agricoles et ne pas négliger un secteur par rapport à un autre.

La formation et la vulgarisation constituent un préalable au développement d'une agriculture compétitive.

Enfin la productivité et la durabilité de l'aridoculture passent par l'analyse de la réponse des végétaux et des animaux aux différentes contraintes abiotiques et biotiques et une gestion durables des ressources naturelles.

C'est entre autre le rôle de la recherche scientifique qu'elle soit fondamentale ou appliquée, et dont la finalité est de proposer aux décideurs des solutions réalistes, rentables, préservant l'environnement et acceptées par la société.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- ABABSA S. 2006- Stratégies paysannes et lutte contre la désertification en milieu saharien. Actes des journées internationales sur la désertification et le développement durable. Biskra du 10 au 12 juin 2006.pp 91-96
- BENZIOUCHE S., 2006- L'impact du PNDA sur les mutations du système de production oasien dans le sud algérien. Revue des régions arides- Actes du séminaire international , Medenine- p.1320-1330.
- DAOUD Y. et HALITIM A- 1994- Irrigation et salinisation au Sahara Algérien. Sécheresse, 3 (5) : 151-160.
- DUBOST D., 2002- Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes- Edition CRSTRA. 423 pages.
- HALITIM A. 1989- Sols des régions arides d'Algérie – OPU Alger, 384P.
- KHADRAOUI A. – 2006- Ressources en eau au Sahara et leur impact environnemental. Actes des journées internationales sur la désertification et le développement durable. Biskra , du 10 au 12 juin 2006. pp 49-54.
- PERENNES J. 1980- Les structures agraires et décolonisation des oasis de l'oued Rhir- Alger. OPU. 310p.
- SEGUIN B. 2002- Changements climatiques et effet de serre. Quelles contraintes pour les agriculteurs du sud. Note INRA Avignon, 4 Pages
- UNESCO (1972) – Projet ERESS. Etude des ressources en eau du Sahara Septentrional. Rapport final. Paris, 79p.

QUATRE QUESTIONS FONDAMENTALES SUR LE DEVELOPPEMENT DE L'ARIDOCULTURE

FERCHICHI
Institut des Régions Arides
4119 Médenine Tunisie

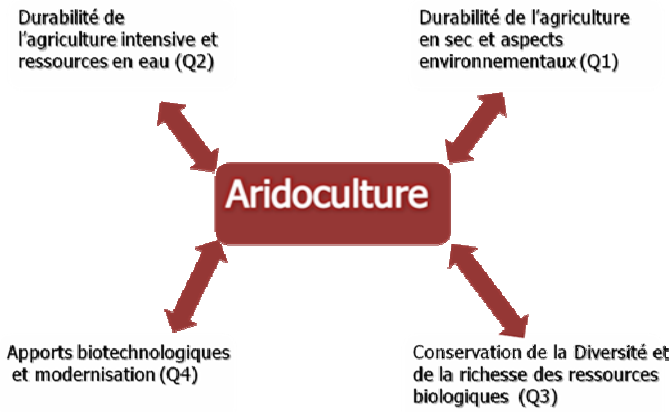
RESUME
Les pratiques agricoles en zones arides, quoique fort anciennes, sont confrontées à des contraintes multiples de nature physique, organisationnelle, technologique etc. Ces zones disposent, en contre partie, d'atouts valorisables. Cette problématique est analysée à travers quatre questions fondamentales :

- ✓ Question 1: l'agriculture en zones arides et la dégradation de l'environnement naturel
- ✓ Question 2 : l'agriculture oasienne ou d'intensification et la durabilité
- ✓ Question 3 : la biodiversité : un atout à valoriser
- ✓ Question 4 : la biotechnologie ; quel apport pour les zones arides

Les zones arides étant des milieux fragiles dont les perturbations non contrôlées peuvent engendrer des dégradations parfois irréversibles. Les progrès scientifiques ont révolutionné les modes de cultures. On assiste dans les zones où les ressources en eau souterraine sont disponibles à un fort niveau d'artificialisation, des systèmes de productions diversifiés et par conséquent à une écologie fragilisée par l'épuisement de la nappe. Ainsi, les environnementalistes accusent l'agriculture de détruire les écosystèmes.
Par ailleurs, pour les partisans des biotechnologies, le génie génétique est indispensable pour combattre l'insécurité alimentaire. Les opposants affirment que cette voie risque de causer de dégâts à l'environnement et conduire à une absorption de l'agriculture traditionnelle et des approvisionnements alimentaires par les multinationales.
Il s'avère donc, que pour faire prospérer une aridoculture harmonieuse et durable, il fallait :

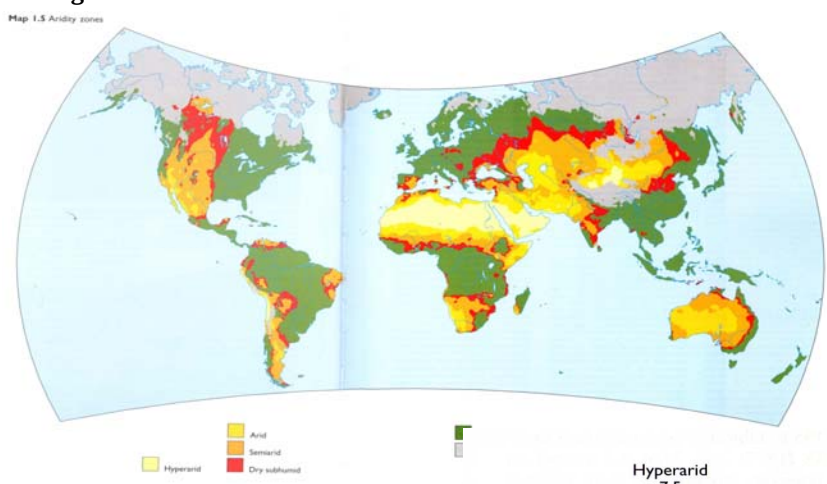
- ✓ que les politiques liées à la biodiversité, à l'environnement, à l'agriculture et à la durabilité ne soient pas en contradiction ;
- ✓ engager une approche de conciliation entre l'agriculture, l'environnement et le pastoralisme ou l'élevage ;
- ✓ disposer de mécanismes concrets pour valoriser le patrimoine génétique et le savoir faire local.

Mots clés : Aridoculture, développement durable, environnement

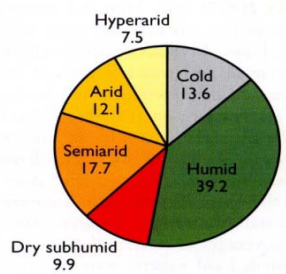


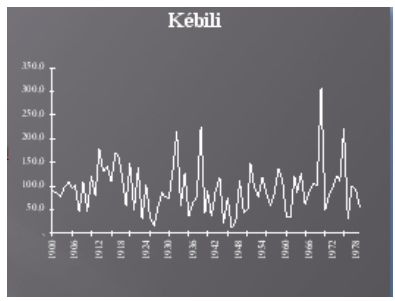
Question 1: Comment concilier l'agriculture en zones arides et la conservation de l'environnement naturel?

La dégradation des milieux arides



Les Zones arides couvrent environ 37% de la surface de la terre



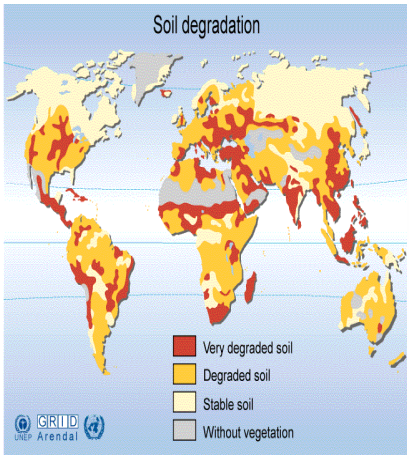


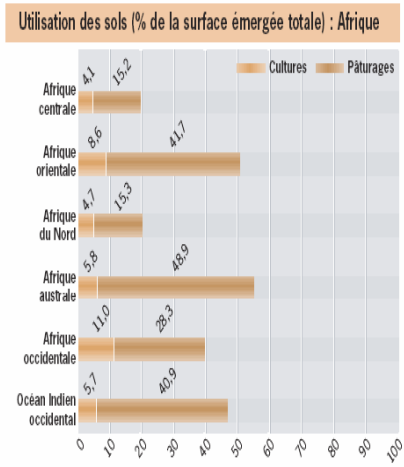
- Le nombre moyen annuel de jours de pluies est entre 30 et 40
- Il n'est pas rare d'observer en 24 heures 60 à 70% des pluies annuelles,
- le pourcentage des années à pluviométrie favorable est de ¼
- la variabilité des précipitations est une cause de dégradation. Le déficit hydrique dépasse 1000 mm/an
- La dominance des vents desséchants et violents. Ces vents marquent le modelé des steppes par des accumulations sableuses de tout genre (voile éolien, nebkhas, dune, erg,etc.).
- Les zones arides étant des milieux fragiles dont les perturbations non contrôlées peuvent engendrer des dégradations parfois irréversibles

Étendue et causes de la dégradation des sols

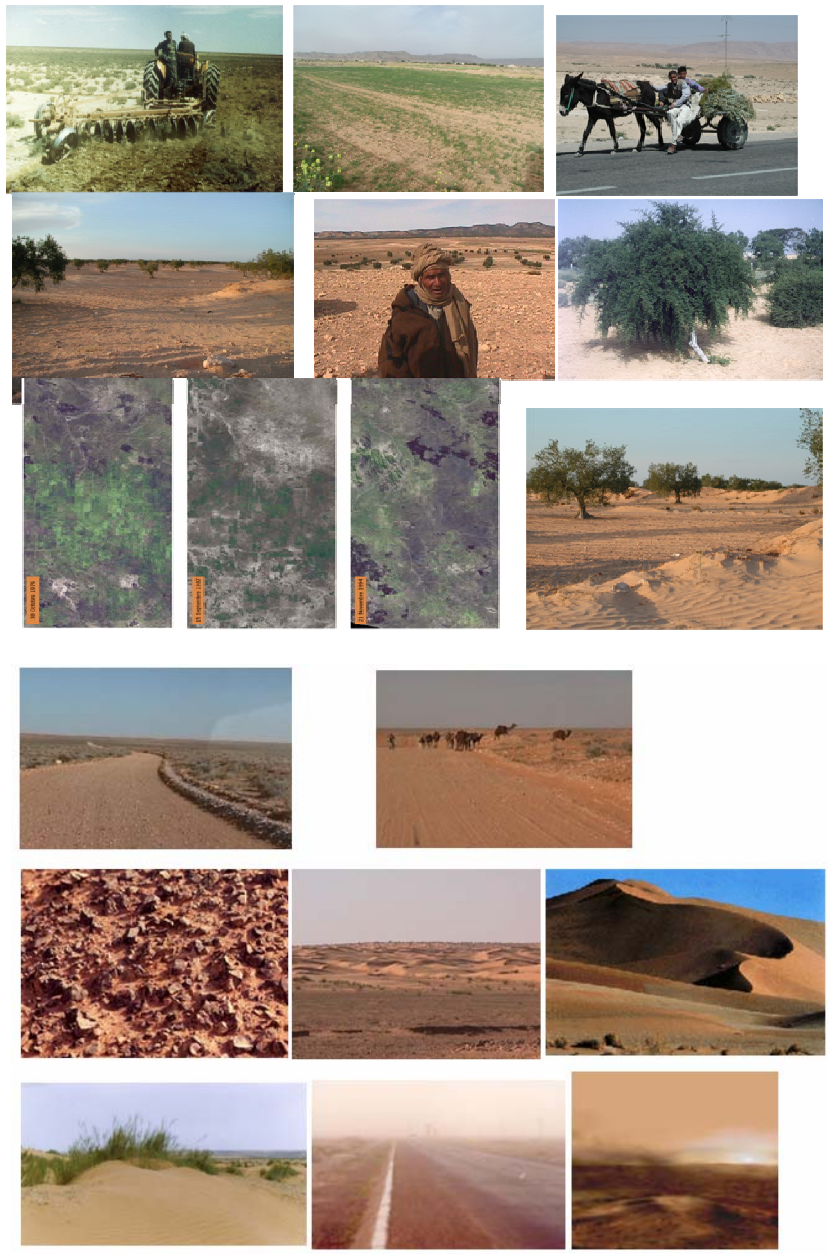
Étendue de la dégradation	*Causes*
580 millions ha	**Déforestation** : De vastes étendues de forêts dépérissent du fait de l'abattage sur une grande échelle et du déboisement à des fins agricoles et urbaines. Plus de 220 millions d'hectares de forêts tropicales ont été détruits de 1975 à 1990, essentiellement pour faire place à la production vivrière.
680 millions ha	**Surpâturage** Environ 20 % des pâturages et terres de parcours ont été endommagés de par le monde, surtout en Afrique et en Asie ces derniers temps.
137 millions ha	**Consommation de bois de feu** . Chaque année, on récolte environ 1 milliard 730 millions de mètres cubes de bois de feu dans les forêts et plantations. Le bois de feu est la première source d'énergie dans de nombreux pays en développement.
550 millions ha	**Mauvaise gestion des terres agricoles** L'érosion par l'action de l'eau fait perdre chaque année environ 25 milliards de tonnes de terre. Quelque 40 millions d'hectares de terre dans le monde sont touchés par la salinisation et la saturation en eau.
19,5 millions ha	**Industrie et urbanisation** : Dans différentes régions, les principales causes de la dégradation des sols sont l'hypertrophie urbaine, la construction de routes, l'exploitation minière et l'industrie. Il en résulte souvent la perte de précieuses terres agricoles.

Source: FAO 1996





					100%				100%		
Nation	tot	TD	MD	FD	E. hyd	Eeol	Chim	Phys	Def.	Surp	Agr.
Morocco	12	4	6	3	75	14	11	-	30	20	50
Algeria	11	4	5	1	16	50	34	-	12	35	53
Tunisia	56	44	11	-	44	46	10	-	6	78	16
Libya	16	8	8	-	5	89	7	-	1	95	4
Egypt	4	-	3	-	-	29	68	2	2	30	68
Sudan	23	7	14	1	31	40	25	5	10	55	35
Somalia	20	16	1	3	18	80	2	-	-	91	9
S. Arabia	27	21	6	-	-	95	5	-	-	97	3
Yemen	30	21	9	-	46	51	4	-	41	55	3
Oman	21	12	10	-	42	56	2	-	22	75	2
U.A.Emir.	20	13	7	-	7	64	28	-	-	72	28
Qatar	18	16	1	-	-	92	8	-	-	92	8
Kuwait	19	19	-	-	-	88	12	-	-	88	12
Iraq	53	2	27	24	6	37	45	11	2	36	61
Jordan	40	23	17	-	10	90	-	-	6	94	--
Syria	37	9	27	1	17	46	37	-	9	46	45
Lebanon	7	-	6	-	99	-	1	-	63	36	1
Turkey	39	-	22	17	93	-	7	-	80	15	5



Quelle conciliation entre développement agricole et environnement?

- Les environnementalistes accusent l'agriculture de détruire les écosystèmes.
- On assiste à une incohérence puisque les intérêts immédiats à court terme prévalent sur leurs éventuelles répercussions
- La question est de savoir si nous pouvons prendre des mesures concrètes pour résoudre cette incohérence.
- C'est possible moyennant les principes suivants:
  - une approche de conciliation entre l'agriculture, l'environnement et le pastoralisme ou l'élevage.
  - des mécanismes concrets pour valoriser la savoir faire local
  - des visions novatrices de l'agriculture en zones arides (**agriculture de conservation**)

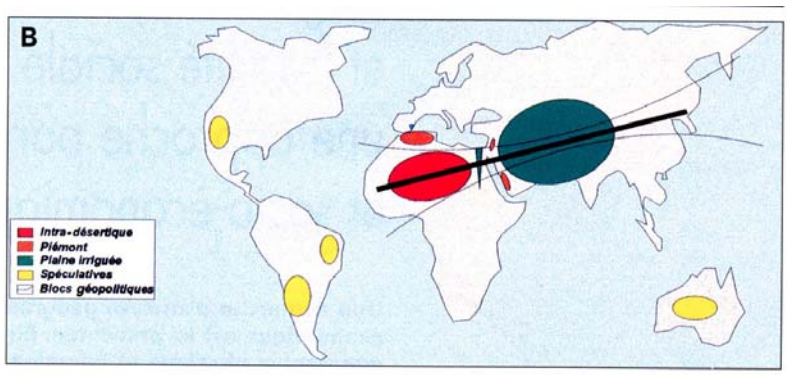
L'agriculture de conservation exige tout le savoir-faire que requiert une "agriculture de précision".

- De récentes études ont estimé que l'AC était pratiquée sur environ 58 millions d'hectares de terres agricoles, principalement en Amérique du Nord et du Sud, mais aussi en Afrique australe et en Asie du Sud.
- Une forme d'agriculture de conservation adaptée aux zones arides
  - Labour par bandes
  - Irrigation localisée
  - Production biologique
  - L'agroforesterie

Question 2 : Quel durabilité pour l'agriculture d'intensification en zones arides?

Caractéristiques des espaces irrigués

- Trois grands types de périmètres irrigués qui différent par l'importance de la ressource en eau et sa mise en valeur
- *Les oasis intradésertiques (Sahara)*
- De petites tailles. Les contraintes hydrauliques et sociales sont énormes, l'eau y est rare et il faut puiser dans des nappes parfois profondes. culture de façon intensive et étagées (palmiers, fruitiers, céréales ou légumes).
- *Les oasis de piémont (pourtour Méditerranéen, Yémen, Afghanistan.)*
- Plus grandes que les précédentes, elles soutirent directement l'eau des rivières issues de la montagne
- *Les oasis de plaines (Penjab, Sind, Irak, Egypte)*
- Irriguées par des barrages. Traditionnellement productrices de cultures vivrières, elles s'orientent vers des produits commerciaux (dattes, canne à sucre, fruits.)



- Au niveau de l'environnement des oasis, on a :
  - Une discontinuité « désert/oasis »
  - Des complémentarités entre l'oasis et sa périphérie.
- Au niveau de l'ensemble de l'oasis ou zone irriguée, on a :
  - un fort niveau d'artificialisation.
  - Une population et des infrastructures situées en dehors de la zone irriguée.
  - des systèmes de productions diversifiés
  - une écologie fragilisée par l'épuisement de la nappe
- L'agriculture dans ces zones offrait une grande diversité de techniques hydrauliques : Les plus simples font appel à l'énergie humaine ou animale, les *foggaras et ghouts*

- Deux nouvelles techniques développées se sont révélées efficaces : les grands barrages réservoirs et les forages profonds.
- la technique du forage, plus souple et plus facile, a autorisé la diffusion et l'extension de nouveaux périmètres de mise en valeur
- apparaissent aujourd'hui des « oasis nouvelles » très intégrées à l'économie de marché et développant une agriculture performante.
- L'agriculture dans ces oasis est fondée sur des savoir-faire et des services performants
- des investissements lourds permettant d'injecter des facteurs de production à haut niveau de rentabilité et des produits spéculatifs à haute valeur ajoutée développés par des groupes agro-industriels.

Cependant, l'eau étant rare et il faut la bien gérer en vue d'augmenter la productivité et préserver la ressource de base

❑La FAO définit trois "thèmes proactifs"

➢ *Modernisation.* " améliorer les performances économiques et environnementales grâce à de nouvelles technologies et à la modernisation des infrastructures,

➢ *Participation.* la promotion de la participation des usagers.

➢ *Investissement.* Il faut réunir à la fois des micro-crédits et des subventions pour les petits exploitants, un crédit commercial bien réglementé pour les nouveaux et grands exploitants.

L'amélioration de la productivité de l'eau nécessite *:*

- la hausse du rendement commercialisable pour chaque unité d'eau transpirée.
- la réduction des "pertes" et une utilisation plus efficace des précipitations, de l'eau stockée et de l'eau de qualité marginale
- Au niveau des champs agricoles, il faut

➢ modifier la gestion des cultures, des sols et de l'eau
➢ la sélection de cultures et de cultivars adaptés,
➢ le recours à des techniques de plantation améliorées,
➢ la synchronisation des applications d'eau avec les périodes végétative les plus sensibles et un meilleur drainage pour la maîtrise des nappes phréatiques,
➢ Utiliser les façons culturales et pratiques agronomiques qui réduisent l'évaporation de l'eau
➢ combler les déficits en eau des cultures pendant les périodes de sécheresse par une irrigation complémentaire.

- Au niveau du système et du bassin hydrographique :

➢ une meilleure planification de l'utilisation des terres,
➢ La collecte de l'eau pluviale dans des structures allant de petits sillons à des barrages.

Question 3 . La biodiversité en tant qu'atout: Comment la valoriser?

Richesse du patrimoine génétique

- Des milliers de variétés de cultures et de races doivent leur existence à des millions d'années d'évolution biologique ainsi qu'à la sélection des agriculteurs depuis environ 12 000 ans.
- L'agriculture moderne a encouragé de nombreux agriculteurs à adopter des variétés uniformes à haut rendement. Menace d'extinction un grand nombre d'essences végétales
- La FAO estime que les trois quarts environ de la diversité génétique agricole ont disparu au cours du siècle dernier
- quatre espèces seulement - blé, maïs, riz et pomme de terre - couvrent la moitié des besoins énergétiques tirés des végétaux.
- Les pays phœnicicoles possèdent un patrimoine génétique extrêmement riche. Deux formes : le patrimoine lié à l'existence de millions d'hybrides provenant de semis de graines et le patrimoine variétal (Une variété correspond à un clone).
- Les populations de palmiers hybrides sont particulièrement importantes en Egypte (3,5 millions de dattiers) et au Maroc, soit plus de 2 millions d'arbres. Aux Emirats Arabes Unis (18 millions de dattiers)
- un énorme réservoir d'hybrides aux qualités inconnues ou connues seulement, par les seuls exploitants de ces palmiers.
- Un patrimoine variétal très important mais menacé d'érosion
- Au Pakistan dans la seule province du Sind, il y aurait plus de 250 variétés. Environ 300 variétés au Fezzan en Libye et également le même nombre en Oman. Pour l'Irak, on évalue le nombre de variétés à 500 . Ont été inventoriés 223 cultivars au Maroc, presque 250 en Tunisie, plus de 800 en Algérie, 250 au moins en Arabie Saoudite.
- Les variétés commerciales cultivées dans les pays de phœniciculture récente : En Tunisie et en Algérie 55 % et 45% des palmiers n'appartiennent qu'à la seule variété Deglet Nour. En 1906, en Tunisie, les palmiers de cette variété représentaient seulement 2,3 % de la totalité des palmiers

Gabsi
Hammouri
Tounsi
Zahri
Garoussi
Chelfi

Quelles recherches et quels critères pour caractériser le patrimoine génétique en vue de sa sauvegarde et de sa valorisation ?

- Recherche, éducation, restauration et sensibilisation sont la solution
- la reconnaissance morphométrique variétale approfondie ait dominé sur les caractères agronomiques et économiques (phénologie, productivité en rejets, sensibilité aux maladies et ravageurs, rendement, consommation, conservation et commercialisation, etc.), taxonomique ou d'analyse de 'ADN
- Vu la richesse du patrimoine génétique, sa valorisation passe par une prospection massale des génotypes exceptionnels et l'enregistrement de leurs principales caractéristiques d'intérêt biologique et agronomique en s'appuyant sur les connaissances des propriétaires.
- La conservation des ressources est envisagée en créant des parcelles de collection..
- La conservation des ressources génétiques chez les agriculteurs pourrait être la solution. Les agriculteurs possèdent un capital inestimable de connaissances locales, affinées au point de savoir parfaitement assortir une variété ou une race à un écosystème agricole donné.
- La création d'une base de données informatisée permettant de localiser très précisément les exemplaires de chacun des génotypes et des informations qui leur sont associées.

Question 3 : Quels apports de la biotechnologie en aridoculture?

Les applications biotechnologiques

- 6 pays (Argentine, Brésil, Canada, Chine, Afrique du Sud et Etats-Unis), 4 cultures (maïs, soja, colza «canola» et coton) ainsi que 2 caractéristiques (résistance aux insectes et tolérance aux herbicides) représentaient à eux seuls 99% de la superficie mondiale de cultures transgéniques en 2007
- Pour les partisans des biotechnologies, le génie génétique est indispensable pour combattre l'insécurité alimentaire. Les opposants : risque de causer de dégâts à l'environnement et conduire à une absorption de l'agriculture traditionnelle et des approvisionnements alimentaires par les multinationales

  les biotechnologies peuvent accélérer les programmes de sélection, fournir des variétés résistantes aux ravageurs et aux maladies, améliorer la qualité nutritionnelle de produits alimentaires, accroître la disponibilité et la variété des aliments, augmenter la productivité tout en réduisant les variations saisonnières
- À l'exception de la Chine, toutes les cultures transgéniques commercialisées ont été élaborées et distribuées par des sociétés privées
- Contrairement à la Révolution verte, qui vise à créer et à transférer des technologies en tant que biens publics gratuits au monde en

développement, la "Révolution génétique" est principalement le fruit des efforts du secteur privé, (produits destinés à un vaste marché commercial)

- ❑ Le plus grand fournisseur mondial de technologies agricoles, le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI), a un budget annuel de 300 millions $ seulement pour l'amélioration des cultures
- ❑ Cependant, on n'accorde que peu d'attention aux plantes présentant des caractéristiques pouvant intéresser les zones arides: tolérance à la sécheresse et la salinité

	Rech. et dév Biotech.(En millions de $EU/an)	Part des biotechnologies dans la rech. dévelop (%)
Pays industrialisés	1 900-2 500	
secteur privé	1 000-1 500	40
secteur public	900-1 000	16
Pays en développement	165-250	
public (ressources propres)	100-150	5-10
public (aide étrangère)	40-50	
secteur privé		
centres du GCRAI	25-50	8
Total mondial	2 065-2 730	

- ■ Les biotechnologies peuvent être avantageuses pour les zones arides dès lors que seront élaborées des innovations répondant à leurs besoins..
- ■ Le secteur public, donateurs et centres de recherche internationaux, doit affecter plus de ressources à la recherche agricole en biotechnologies
- ■ La recherche et les stratégies de développement doivent répondre aux questions suivantes :
  - ➢ Quelles priorités de recherche biotech.?
  - ➢ Qui mettra au point de nouvelles techniques pour les zones arides aux débouchés commerciaux trop limités pour attirer de gros investissements privés
  - ➢ Comment s'assurer que les pays des zones arides pour la majorité en développement - mettent en place des régimes adéquats d'évaluation des risques pour l'environnement et la santé humaine des nouvelles biotechnologies, aussi bien avant qu'après leur introduction en plein champ?

CONTRIBUTION A DE NOUVELLES FORMES D'EMERGENCED'ANTHROPISATION ET D'ANTRHROPOLOGIE HISTORIQUE POUR UNE GESTION DU DEVELOPPEMENT DURABLE DES ESPACES OASIENS.

OUENNOUGHI Melica
Institute Maghreb Europe Erasme EA 3389. Université Paris VIII.
melica.ouennoughi@gmail.com

RESUME

Existait-il une civilisation au cœur des oasis ?

L'Anthropologie historique recoupe plusieurs types de sources d'archives grecques et arabes anciennes dans l'espoir de reconstituer les étapes de modalités de la diffusion de marqueurs culturels et de restituer des paysages aujourd'hui disparus.

Trois exemples transversaux de pistes à explorer d'anthropisation oasienne illustreront, par l'analyse d' anthropologie historique, la richesse des sols à des époques travers les espaces et les siècles.

1° Les sciences de l'environnement nous indiquent que de nombreux affluents viennent alimenter le Tigre. Ils sont issus des monts Zagros notamment le Grand Zab et le Petit Zab (392 à 400 km), l'Adhaïm (230 km) la Diyala (386 km) ». Cette description géo graphique nous permet de rechercher s'il existe véritablement un lien étymologique des monts Zagros – notamment le Grand Zab et le Petit Zab – avec les oasis du Ziban dans le sud-est saharien Algérien) ?

2° Des archives grecques mentionnent la présence de peuplement berbère dans la région de Fayoum fondée sur des formations de «vergers» oasiens. Les *phœnix dactylifera* et *Hyphaene thebaïca* (dit palmier-doum) y sont nombreux et pourraient avoir une relation historique avec l'espace saharien algérien, notamment par la typologie des lieux (Hawara).

Ibn Khaldoun nous mentionne la présence des Hawara comme étant une peuplade Sanhadja issus de quatre grand es confédérations qui immigrent dans la péninsule ibérique vers Biskra. Les géographes arabes Al Kazwini et Yakut al Hamawi, mentionnés dans le recueil des sources arabes du VIIe aux XVIe siècles (Bilàd al Sudàn) localisèrent les premières variétés de dattes commercialisées à Silgimassa. Nombreuses espèces furent inventoriées entre la « adjüwa » et la « dagla ». De même, le Kitàb El-Istibçak, à ces mêmes époques, nous signale d'autres variétés en provenance de Biskra et de l'ensemble Saharien.

3° Le repérage d'anciens puits à balancier « chadouf » en Nouvelle-Calédonie au XIXe siècle témoigne de la présence oasienne sur ce territoire et vient compléter l''existence de migration opérée durant l'époque coloniale dans un cadre forcé mais dont on localise un fort maintien de transfert de civilisation.

Pour ces trois exemples, nous démontrerons dans quelle mesure, cette domestication de la végétation, fut opérée par ces arabo-berbères arboriculteurs (Cheikh el Fellagha), dans quel cadre d'organisation sociale et culturelle, est-ce par nécessité liée à la survie alimentaire et/ou par conservation de la mémoire souvent liée à la survie des fondements coutumiers. Par le prolongement phœnicicole almoravide, on

peut effectivement se demander si l'influence de l'islamisation n'a pas été le point de démarrage du lien phœnicicole entre les oasis d'Egypte et les oasis du Maghreb s'ajoutant à celles d'Afrique de l'Ouest dotée d'un patrimoine ancien. La démonstration de telles oasis, dont nous apporteront la matière archiviste en projection power point, permettra de situer ces espaces géographiques et culturels dans le temps et l'espace, ont pour objectif de démontrer l'existence des points de transit et de relais dotés de centres d'échanges commerciaux. De telles sources historiques permettent dans une certaine mesure de se faire une idée de l'ancienneté de certaines palmeraies liée à l'impact des migrations oasiennes sur le phénomène de dispersion des espèces végétales.
Mots clés : Anthropisation – anthropologie historique – oasis implantation – diffusion archives gréco-arabes**.**

I - INTRODUCTION

Existait-il une civilisation au coeur des oasis ?

Le croissant fertile, à cheval entre l'Afrique et l'Asie, est la terre où est née la civilisation agricole méditerranéenne. Il y a dix mille ans sur cette terre verdoyante et féconde, les hommes commencèrent à cultiver les plantes. L'une des cornes du Croissant fertile était la Mésopotamie, vaste empire qui s'étendait entre les deux grands fleuves légendaires, le Tigre et l'Euphrate.

L'Anthropologie historique recoupe plusieurs types de sources d'archives grecques et arabes anciennes dans l'espoir de reconstituer les étapes de modalités de la diffusion de marqueurs culturels et de restituer des paysages aujourd'hui disparus.

Trois exemples transversaux de pistes à explorer d'anthropisation oasienne illustreront, par l'analyse d'anthropologie historique, la richesse des sols à des époques travers les espaces et
les siècles.

II – TROIS EXEMPLES D'ANTHROPISATION ET D'ANTHROPOLOGIE HISTORIQUES

1 - Les sciences de l'environnement nous indiquent que de nombreux affluents viennent alimenter le Tigre.

Ils sont issus des monts Zagros notamment le Grand Zab et le Petit Zab (392 à 400 km), l'Adhaïm (230 km) la Diyala (386 km) ». La description géographique[1] nous permet de formuler l'existence d'un lien historique par la recherche anthropologique et étymologique des lieux des monts Zagros – notamment le Grand Zab et le Petit Zab – avec les liens que pourraient avoir les oasis du Ziban dans le sud-est saharien (Algérien) ?

« *L'Euphrate, long de 2 700 km, naît au nord du lac de Van. En fait, il résulte de la confluence de deux rivières: le Kara Sou (450 km) qui prend sa source au mont Kargapazari à 3290 m. d'altitude et le Murat Sou (650 km), qui a pour origine le mont Muratbasi à 3520 m. Après leur confluence, le fleuve dessine une grande courbe de 420 km parsemée de gorges et de rapides et pénètre en Syrie où il s'encaisse légèrement dans un plateau*

désertique qu'il parcourt sur 680 km. Il n'y reçoit, en rive gauche, que deux affluents le Balikh et le Khabour. Puis il pénètre en territoire irakien qu'il va parcourir sur 1235 km et, rapidement, c'est l'entrée dans la plaine mésopotamienne: il n'est plus alors qu'une artère d'évacuation et ne reçoit aucun affluent jusqu'à son embouchure dans le golfe Arabo-persique. En Basse Mésopotamie à partir de Samarra le fleuve se perd dans tout un réseau de marécages.

Le Tigre (1899 km) qui prend naissance au sud du lac de Van coule en Turquie en franchissant comme l'Euphrate toute une série de gorges. Il ne pénètre pas en Syrie: il est fleuve frontalier sur 44 km entre Turquie et Syrie.

Il s'écoule ensuite directement en Irak où il reçoit en rive gauche de très nombreux affluents bien alimentés issus des monts Zagros notamment le Grand et le Petit Zab (392 et 400 km), l'Adhaïm (230 km) la Diyala (386 km).

Le Tigre arrose Bagdad qui n'est qu'à 32 mètres d'altitude alors qu'il lui reste 550 km à parcourir. En Basse Mésopotamie, en aval de Kut, il s'étale en d'immenses marécages avant de rejoindre l'Euphrate à Garmat Ali.

Les eaux mêlées des deux fleuves constituent sur 170 km environ le Chott el Arab qui débouche dans le golfe Arabo-persique. Le Chott el Arab reçoit en rive gauche, les eaux abondantes, tumultueuses et limoneuses du Karun (16milliards de m3), au parcours entièrement iranien (SANLAVILLE 2000) ».

Les chotts avaient déjà fait l'objet d'interrogation lors de nos enquêtes entre le Sud-tunisien et le Sud-algérien. Nous avons localisé des lieux toponymiques démontrant la présence des chotts en rapport avec les itinéraires des hommes empruntés. Nous découvrons des régions
qui ont un lien fort entre les gens du Ziban et du Mzab, reliant le lit de l'Oued, par des mouvements naturels s'effectuant entre les célèbres chotts El Rharsa vers El Djérid. Ces mouvements provoquant de petites ramifications.

2° Des archives grecques mentionnent la présence de peuplement berbère dans la région de Fayoum fondée sur des formations de « vergers ».

Pour un rapprochement avec la région de Biskra (lieu familial), nous avons retenu l'exemple de Fayroum en Basse Egypte où il existe des sources à des époques très éloignées dans le temps amis qui semblent avoir un lien ancestral. Les vestiges localisés dans cette région, témoignent de la présence d'une population berbère dont les besoins alimentaires devaient être satisfaits par l'agriculture et l'élevage locaux.

Cette reconstitution historique est établie à partir d'éléments iconographiques retenus et d'itinéraires géographiques pour leur signification culturelle plus que pour leur représentation mythique.

La position géographique du site archéologique du Fayoum est mentionnée dans l'encyclopédie, près du village Hawaret el-Makta, où se trouvent les vestiges de la pyramide du roi Amenemhat III (XIIe dynastie) et où fut édifié son immense temple funéraire rendu célèbre par les Grecs sous le nom de labyrinthe.
Les *phoenix dactylifera* et *Hyphaene thebaïca* (palmier-doum) ajoutant les oliviers faisant partie de la civilisation méditerranéenne, marqueur culturel d'une résistance berbère, à cela sont inscrits nombre de végétaux (pommiers, vignes, grenadiers, plantes oléagineuses (sésame, et ricin), où l'art des vergers se développe dans ce pourtour méditerranéen, grâce à
une nouveauté, le « chadouf » ou puits à balancier, un système d'irrigation employé dans le Sud-algérien et fortement déstructuré culturellement et socialement durant l'époque coloniale.
Il est intéressant de reconsidérer, par la voie de l'anthropologie historique, la provenance d'un tel système dans des lieux étudiés en connexion historiquement, durant des époques tout à fait distinctes. Introduits par des peuplades berbères Sanhadja, mentionnés dans les textes d'Ibn Khaldoun et des sources géographiques berbéro-arabo-andalouses, sur leur passage dans les régions d'Andalousie, dotés de systèmes similaires qui permettent un transfert entre les canaux qui conservent l'eau de la crue, vers des réseaux de rigole et de bassins d'irrigation de part et d'autres lieux, il est à constater que de tels systèmes aménagés par ces peuplades Sanhadja ont permis de mettre en valeur les domaines et créer des verges et des espaces arborés. De tels aménagements des systèmes de ces provenances ont été réalisés le long des itinéraires historiques empruntés par les peuplades berbères. Ces lieux toponymiques pourraient bien avoir un lien ancestral qui voudrait s'inscrire dans la description de l'itinéraire emprunté, mais également dans la relation historique avec l'espace saharien algérien, notamment par la typologie des lieux (Hawara).
Ibn Khaldoun[2] nous mentionne la présence des Hawara comme étant une peuplade Sanhadja issus de quartes grandes confédérations qui immigrent dans la péninsule ibérique vers Biskra.
Les géographes arabes Al Kazwini et Yakut al Hamawi[3], mentionnés dans le recueil des sources arabes du VIIe aux XVIe siècles (*Bilàd al Sudàn*) localisèrent les premières variétés de dattes commercialisées à Silgimassa. Nombreuses espèces furent inventoriées entre la « *adjüwa* » et la « *dagla* ». De même, le Kitàb El-Istibçak, à ces mêmes époques, nous signale d'autres variétés en provenance de Biskra et de l'ensemble Saharien.
Les plantations ont continué de se propager vers le Maghreb par les pistes des caravanes, où de riches cités marchandes et centres agricoles se sont formés : point de convergence des commerçants chrétiens et musulmans. Les organisations méditerranéennes ont mis en place et fait perdurer la

culture de semis d'oasis qui a joué un rôle essentiel dans le domaine social, culturel, écologique et économique le long des pistes qu'empruntaient les caravanes depuis la haute antiquité. Ces oasis ont été des points de transit et de relais puis des centres d'échanges commerciaux, lieux de ravitaillement des hommes entre les routes du nord, du nord-ouest, de l'ouest et du sud.
Dans cette signalisation de commercialisation, la technique de propagation traditionnelle d'espèces végétales provenant des oasiens d'Egypte consista à fournir des escales marchandes indispensables au trafic caravanier :
« *Les oasis d'Egypte furent sous la domination égyptienne de l'Ancien Empire, mais, jusqu'à une époque récente, on y parla toujours de traces de culture berbère, tardivement supplantés par l'arabe* ». [4]
On peut effectivement se demander si l'influence de l'islamisation n'a pas été le point de démarrage du lien phoenicicole et végétal entre les oasis d'Egypte et les oasis du Maghreb s'ajoutant à celles de l'Afrique de l'Ouest. On suppose ainsi que ces caravaniers se nourrissant de dattes par exemple, auraient semé des noyaux au gré de leurs pérégrinations dans les oasis. Les chameliers ramenaient en échange des produits de la population soudanienne. C'est dans ce contexte, que de grandes oasis dites artificielles, furent ainsi crée par ces peuplades anciennes, pour servir à humaniser le désert.
Les prairies d'Or, que nous décrit El Mas'udï[5], sont en réalité de grands jardins de cultures et de techniques d'irrigations prospères. Ainsi, est-il mentionné dans plusieurs versets du Coran, comme celui de la sourate Al Baraka :
« (…) l'un de vous aimerait-il avoir un jardin de dattiers et de vignes,
Sous lesquels coulent les ruisseaux, et où poussent pour lui toutes espèces de fruits. »
Par le prolongement phoenicicole almoravide, on peut effectivement se demander si l'influence de l'islamisation n'a pas été le point de démarrage du lien entre les oasis d'Egypte et les oasis du Maghreb s'ajoutant à celles d'Afrique de l'Ouest dotée d'un patrimoine ancien.
La démonstration de telles oasis, dont nous apportons la matière *(cartographique et archiviste en projection power point)*, permet de situer ces espaces géographiques et culturels dans le temps et l'espace. Ils ont pour objectif de démontrer l'existence des points de transit et de relais dotés de centres d'échanges commerciaux. De telles sources nécessitent d'une certaine manière de se faire une idée de l'ancienneté de palmeraies liée à l'impact des migrations oasiennes sur le phénomène de dispersion des espères végétales dans le pourtour méditerranéen.
Dans le développement d'oasis de culture, on voit apparaître la dynastie des Mourâbitin au XIe siècle que les Espagnols désignent sous le nom Almoravides. Cette diffusion a joué un grand rôle dans le prolongement commercial, reconduit au Maghreb, auxquels se sont joints les groupes

Berbères, représentatifs actifs dans ces courants d'échanges transsahariens. Les riches caravaniers maghrébins ont installé ces oasis commerciales dites de plantation dans les espaces qu'ils contrôlaient. Pour comprendre l'apparition de cette dynastie, il convient de porter un regard sur son origine :

Il s'agit d'un groupe de tribus berbères sahariennes, qui nomadisaient du Sénégal au sud du Maroc, les Lamtùna et les Godàla. Sous la conduite du chef berbère, Yusuf Ibn Tashfin, fondateur de la dynastie des mourâbitin, les conquérants almoravides débordent au nord de l'Atlas.

Les deux exemples ci-dessous, viennent corroborer une récente introduction (XIXe siècle) de cette domestication de la végétation, qui forte de ses origines culturelles, fut reconduite par ces arabo-berbères arboriculteurs (*Cheikh el Fellagha*), par le cheminement d'une migration non plus naturelle mais forcée entre l'espace d'origine et l'Océanie. Dans quel cadre doit-on cette organisation culturelle et sociale? Est-ce par nécessité liée à la survie alimentaire et/ou par conservation de la mémoire? Est-ce une mémoire de conservation souvent liée à la résistance et la survie des fondements coutumiers ?

3° Le repérage d'anciens puits à balancier « chadouf » et la diffusion des espèces végétales méditerranéens en Nouvelle-Calédonie au XIXe siècle

Ces marqueurs culturels témoignent du transfert de cultures algériennes et vient compléter l''existence de migration opérée durant l'époque coloniale dans un cadre forcé mais dont on localise un fort maintien de transfert de civilisation méditerranéenne.

La conservation toponymique[6] telle qu'elle apparaît dans les textes d'El Bakri, comme étant un patrimoine essentiel pour le repérage des anciennes bâtisses, nous a paru essentiel dans notre démarche sur les origines des familles de déportés politiques et leurs traçabilités historiques, où bien souvent on constate qu'ils furent à l'origine de la désignation des lieux et des végétaux.

Des anciennes racines toponymiques que nous retrouvons fort heureusement aussi dans les archives des déportés, nous renvoient aux lieux d'origine des insurrections politiques avec leur attachement au *qsar* et à leur provision (une provision de sauvegarde initiée dans les règles coutumières : *touiza* (solidarité) et *anaïa* (protection, refuge).

Le nom arabe *qsar* est en fait de la définition amazigh Tasegdel désigne une réunification et une fonction d'habitation, de défense, et de sauvegarde des réserves alimentaires, cela nous renvoie vers cette définition du *qsar* comme étant plus qu'une habitation, un village, une fonction politique, à un itinéraire du domaine montagnard (Kabylie) au domaine plus aride Saharien.[7] Mais que ces domaines ont un lien de la définition du Ksar dont

il est utile d'apporter quelques données historiques sur les liens entre les deux espaces géoculturels.

Nous avons développé[8] les causes des agissements à El Amri (Biskra), là où les fractions de Sidi Bouazyd entretiennent toujours des affinités avec le haut lieu culturel d'El Hamel dans la région de Boussaâda. Les caravanes Mokrani y trouvèrent un lieu de refuge. Aussi les conditions défensives de l'insurrection de l'oasis d'El Amri, en faisant un parfait centre de résistance : on explique que les dunes qui bordent le nord de l'oasis avaient été réalisées par des levées de terres et les palmiers étaient des protecteurs contre l'ensablement, mais également des remparts pour la protection des familles. Par cette ingénieuse invention, ces travaux réalisés, les protégeaient des agressions. Pour comprendre que les faits insurrectionnels ne sont pas isolés ou divisés entre eux, d'où l'utilisation ornementale des palmiers dattiers qu'en ont faits les provinces d'Algérie, sous l'empire coloniale, on peut se

demander dans nos sources historiques arabes anciennes, si les palmiers n'auraient pas joué un rôle protecteur lors d'invasion antérieures en Kabylie par exemple.

« *(…) la pression hilalienne s'accentue et, cernés dans leur Qala'a, les Béni 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 Bejaïa une ville importante.* »[9]

Nous avons retrouvé un document qui donne un descriptif très intéressant d'une région jusqu'alors inconnue qui relève d'un passé ancien. Il s'agit de l'Oued Nougha qui nous est décrit comme suit :

« *Tout ce qui apparaissait dans de la montagne semblait inculte. Mais on n'a pas oublié qu'au pied de cette montagne est une vallée profonde dont nous ne pouvions voir que l'évasement supérieur, il est probable que c'est dans cette région que se cultivent les oliviers, les figuiers, les vignes, qui en font la réputation des Kabailer du Jurjura.* »[10]

Il est de ce fait fort probable, d'avancer l'hypothèse que l'Oued Nougha est un lien fort historique avec la région de l'Ouennougha, comme lieu stratégique entre les *soffs* kabyles et les *soffs* sahariens, ait été un réservoir affluent ayant contribué au lien historique et géographique que les anciens caravaniers auraient établi entre les oasis sahariennes et les hautes plateaux de Kabylie. Nous retrouvons les Ouennougha référencés dans l'Histoire des Berbères. Dans sa notice sur les Sanhadja, le célèbre Ibn Khaldoun référence les Ouennougha comme une des branches généalogiques Sanhadja

« *Les Sanhadja de la première race descendant de Telkat, fils de Kert, fils de Sanhadj. Leur pays renfermaient les villes d'El-Mecîla, Hamza, Alger, Lemdia, (Médéa), Miliana, et les régions occupées de nos jours par les Béni-yezid, les Hosein, les Attaf, tribus zoghbiennes, et par les Thâleba. Au milieu des Sanadja, vivaient plusieurs peuplades ayant la même origine qu'eux et dont la postérité habite encore les territoires où leurs ancêtres avaient demeuré. Ces peuplades sont les Metennan, les Ouennougha, les Beni-Othman, les Béni-Mezghanna, les Beni-Djâd, les Telkata, les Botouïa, les Béni-Aïfaoun, et les Béni-Khalil. On rencontre les descendants des Telkata dans les provinces de Bougie et de Tunis.* »[11]

A cette question, il faut remonter en amont de la déportation, le regroupement de plusieurs lignages sous une même autorité commune, permet de les identifier et de valider effectivement le fait que l'enracinement social et politique de la l'institution coutumière, provient de son ancienneté. En termes de diffusion du droit coutumier, nous devons préciser que la codification précise du code coutumier a rencontré quelques fragilités en termes de continuité subjective en nouvelle Calédonie du fait de la colonisation, mais en dépit de la colonisation, il y a eu une résistance forte de la conservation des principes fondamentaux instaurés au départ par les insurgés politiques de 1871 et le ralliement des Sidi Bouazyd de 1876 de l'oasis d'El Amri à Biskra. L'Anthropologie historique démontre que l'insurrection d'El Amri de 1876 est fortement ralliée à l'insurrection de 1881 du Sud-tunisien dont nombres de familles politiques ont des alliances Sanhadja.

CONCLUSION

L'établissement de la mémoire immatérielle, utilisée dans notre démarche d'anthropisation et d'anthropologie historique, permet de comprendre les raisons d'une diffusion culturelle et sociale. Si l'on considère que la diffusion exacte de codifications des codes coutumiers dans la région de Bourail en Nouvelle-Calédonie s'est opérée par les insurgés politiques de 1871 de Kabylie ralliés aux insurgés de 1876 (El Amri Biskra), on pourra y trouver un fort devoir ancestral de reformulation subjective au origines historiques des anciens itinéraires empruntés et consolidés par les dynasties algériennes dans ce devoir de préservation et de survie des traditions séculaires méditerranéennes.

NOTE

1. G. Mutin, *Le Tigre et l'Euphrate de la Discorde*. In : Revue en Sciences de l'environnement, Vol 4 N° 3, décembre 2003.
2. Les Berbères des tribus Matghara, non seulement du Banu Ifran,mais également des groupes Gumara, Hawara, Madchuna, et Nafza, se sont fixées dans la vallée de Guadalquivir dans l'Andalousie orientale. Cf. « *Berbères, 1,pp. 230, 236-237, 250, 259, 276, Istakhri, p. 4 » cité par P. Guichard In : « Structures sociales « orientales » et « occidentales » dans l'Espagne musulmane* », Mouton & Co. And Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, 1977, p. 250 ».
3. Ces géographes sont cités par Joseph M. Cuoq, In : « *Recueil des sources arabes concernant l'Afrique Occidentale du VIIIe au XVIe siècle (Bilàd al Sudàn)* », Edtions du CNRS, p. 201.
4. M. Reddé, *« Quinze années de Recherches Françaises à Douch : vers un premier bilan* ». In : Bulletin de l'Institut Français d'Archéologie Orientales, n° 90, Le Caire, 1991.
5. Cf. « *Les prairies d'Or* », 3 vol. Ouvrage traduit par Ch. Pellat. Société Asiatique, Paris.
6. Al Bakri, Description de l'Afrique Septentrionale, Jourdan, Paris, 1913.
7. É. Laoust, *Mots et choses berbères*, Société marocaine d'édition, Rabat, 1920.
8. M. Ouennoughi, *Anthropologie Historique de la communauté arabo-berbère de Nouvelle-Calédonie, de 1864 à nos jours*. Casbah Éditons, 2008.
9. Ibid. Archives Militaires de Vincennes.
10. Berbrugger, *Notes topographiques, L'Oued-Nougha, 1838,* Archives Historiques du Fort de Vincennes.
11. Ibn Khaldoun, *Histoire des Berbères et des dynasties musulmanes de l'Afrique septentrionale*, trad. Slane, Tome 2, Paris 1978.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Al Bakri, Description de l'Afrique Septentrionale, Jourdan, Paris, 1913.

Al Mas'udi, « *Les prairies d'Or* », 3 vol. Ouvrage traduit par Ch. Pellat. Société Asiatique, Paris.

Berbrugger, *Notes topographiques, L'Oued-Nougha, 1838,* Archives Historiques du Fort de Vincennes.

E. Bernard, Recueil des inscriptions grecques du Fayoum, Publication BRILL, 1975.

É. Laoust, *Mots et choses berbères*, Société marocaine d'édition, Rabat, 1920.

G. Mutin, *Le Tigre et l'Euphrate de la Discorde*. In : Revue en Sciences de l'environnement, Vol 4 N° 3, décembre 2003.

Ibn Khaldoun, Histoire des Berbères et des dynasties musulmanes de l'Afrique septentrionale,trad. Slane, Tome 2, Paris 1978.

Joseph M. Cuoq, In : « *Recueil des sources arabes concernant l'Afrique Occidentale du VIIIe au XVIe siècle (Bilàd al Sudàn)* », Editions du CNRS, p. 201.

M. Ouennoughi, *Anthropologie Historique de la communauté arabo-berbère de Nouvelle-Calédonie, de 1864 à nos jours*. Casbah Éditons, 2008.
M. Reddé, *« Quinze années de Recherches Françaises à Douch : vers un premier bilan* ». In :Bulletin de l'Institut Français d'Archéologie Orientales, n° 90, Le Caire, 1991.
P. Guichard, Structures sociales « orientales » et « occidentales » dans l'Espagne musulmane », Mouton & Co. And Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, 1977, p.
250 ».

ETUDE EN VUE D'UNE UTILISATION DURABLE ET EFFICACE DES RESSOURCES HYDRIQUES EN ALGERIE

MOUHOUCHE Brahim.
Institut National Agronomique (INA), El-Harrach-Alger
Tel : 0550 06 18 44 / Fax : 213 21 82 27 29 / Mail : b.mouhouchena@ina.dz

RESUME

L'Algérie est classée parmi les pays les plus déficitaires en eau. De part son appartenance à la zone géographique du ''Middle-East and North Africa (MENA)'' et la quasi-totalité de son territoire classé en zone désertique, sa pluviométrie moyenne annuelle est estimée à 89 mm.
De ce fait, l'Algérie est classée parmi les 13 pays africains qui souffrent le plus du manque d'eau.
En effet, avec moins de 500 m3/habitant/an, l'Algérie dispose de moins de 50% du seuil théorique de rareté fixé par la Banque Mondiale à 1000 m^3 par habitant et par an.
Afin d'assurer sa sécurité alimentaire à la fin de la prochaine décennie, il faudra mobiliser entre 15 et 20 milliards de m3/an, tout en sachant que la mobilisation actuelle n'est que de l'ordre de 4 à 5 milliards de m3/an.
Conscients de l'importance du facteur eau pour une meilleure stabilité politique du pays et pour tout développement économique, social et même culturel, et dans un souci d'une meilleure maîtrise des différents aspects du manque d'eau, en général et dans le secteur de l'agriculture en particulier qui consomme environ 70% des eaux mobilisées annuellement, nous avons réalisé une étude ayant pour but de mettre en relief tous les aspects négatifs et les insuffisances de la mobilisation des ressources hydriques en vue d'une meilleure utilisation durable et efficace.
Notre étude se base essentiellement sur les statistiques des vingt dernières années concernant :

- les potentialités du pays en eau superficielles et souterraines,
- les aspects de la mobilisation des ressources conventionnelles et non conventionnelles,
- les programmes futurs d'irrigation et les aspects de la valorisation et la productivité du m3 d'eau d'irrigation,
- le nouveau concept de ''l'eau virtuelle'' comme palliatif au manque d'eau en agriculture.

Mots clés : Algérie, eau virtuelle, gestion durable, mobilisation des ressources hydriques, Potentialités en eau.

ABSTRACT

Algeria is classified among the most overdrawn water countries. Its site in the geographical area of "the middle-East and North Africa" (MENA) and the near total of its territory classified in desert zone, its annual average rain-fall is estimated at 80 mm.
With less than 500 m3/capita/year, Algeria has less than 50% of the theoretical threshold of scarcity of water fixed by the World Bank at 1000 m3 per capita and per annum.
In order to ensure its food safety for the end of the next decade, it will be necessary to mobilize between 15 and 20 billion m3/year, while knowing that the current mobilization is only 5 billion m3/year.
Conscious of the importance of the water factor for a better political stability of the country and for any economic, social and even cultural development, and in a preoccupation with a better control of the various aspects of lack of water, in general and in the sector of agriculture in particular, which consumes approximately 70% of annually mobilized water, we made a study having for goal to put forward all the negative aspects and the insufficiencies of the mobilization of the water resources for a better, durable and effective use.
Our study is based primarily on the twenty last years statistics concerning:

- potentialities of surface and underground water,
- aspects of the mobilization of the conventional and no conventional water resources,
- future irrigation programs and aspects of valorization and the productivity of m3 irrigation water,
- the new concept of "virtual water" as palliative with the lack of water in agriculture.

Key words: Algeria, durable management, virtual water, Water potentialities, water resources mobilization.

INTRODUCTION

L'Algérie est classée parmi les pays les plus vastes du globe, avec une surface totale de 238 millions d'ha. Néanmoins, les zones désertiques impropres à l'agriculture en dehors des oasis et les zones steppiques à vocation d'élevage extensif, représentent les 9/10ème du territoire national. Ajouter à cela le caractère montagneux de la partie Nord du pays, et plus de 33% des surfaces cultivées ont une pente supérieure à 12,5%, ce qui pose des problèmes d'érosion et de conservation des sols. De ce fait, sa SAU moyenne est de 7 à 8 millions d'ha, soit 3,2% de la surface totale, pour une population qui dépasse les 33 millions d'habitants.

De ce fait, l'Algérie est classée parmi les pays les plus démunis en surface agricole. En effet, la surface par habitant est inférieure à 0,25 ha. Si l'on prend en considération les surfaces non cultivées annuellement (jachère et autres), la surface par habitant ne serait que de l'ordre de 0.15 ha/habitant (Anonyme 1996).

En plus du problème de la réduction de sa SAU, l'Algérie souffre encore plus de la réduction des surfaces irriguées. En effet, bien que les surfaces irrigables soient estimées à environ 1.3 millions d'ha, les surfaces effectivement irriguées sont estimées à environ 470 milles ha (avant programme PNDA), soit moins de 6.3% de la SAU, ce qui représente un ratio de moins de 1.5 ha pour 100 habitants.

Cette situation est due, en grande partie, au fait que la dynamique de développement de l'Algérie n'a pas accordé au secteur de l'hydraulique toute l'attention qu'il mérite. Il en résulte, dès lors, un retard fort préjudiciable qui affecte aujourd'hui le développement général du pays (CNES, 2000).

De ce fait, l'agriculture pluviale ou aridoculture est de loin plus importante par rapport à l'agriculture irriguée, Néanmoins, elle ne peut se pratiquer que dans l'isohyète supérieure ou égale à 450 mm/an qui ne couvre que 1,6 millions d'ha, soit moins de 20% de la SAU. Le reste, soit 6,7 millions d'ha répartis en 2,5 millions d'ha au repos (jachère) (Hammiche, 1993), et 4.2 millions restants doivent recevoir une irrigation intégrale ou d'appoint. Malheureusement, seulement environ 470 milles ha (avant le programme du PNDA) sont actuellement officieusement irrigués.

Etant dans l'impossibilité d'étendre les surfaces cultivables, en général, et les surfaces irriguées, en particulier à cause du manque de ressources hydriques qui représentent le principal handicap pour l'intensification de l'agriculture algérienne (Mouhouche, 1998), il serait très judicieux d'utiliser le peu d'atouts qui nous restent en matière de ressources hydriques, à savoir un taux de dépendance inférieur à 3% et un taux d'utilisation des potentialités hydriques de l'ordre de 33%, soit un potentiel utilisable à tout moment de 67%.

Sur la base de ce constat, nous essayons d'étudier les voies et moyens d'utiliser ces atouts pour une utilisation efficace et surtout durable de nos potentialités hydriques sous toutes leurs formes.
Pour se faire, nous nous basons essentiellement sur les potentialités hydriques du pays et leur mobilisation en vue d'élaborer un programme d'extension des surfaces irriguées par des méthodes qui valorisent au maximum le m3 d'eau d'irrigation.
L'aspect « eau virtuelle » sera abordé à des fins purement de comparaison de valorisation économique et financière de l'eau d'irrigation.

1. LES POTENTIALITES HYDRIQUES DU PAYS

Sur 180 pays étudiés par la FAO en 2003, l'Algérie est classée parmi les 17 pays les plus pauvres en matière de potentialités hydriques, soit à moins de 50% du seuil de pénurie fixé par le PNUD ou celui de rareté par la Banque Mondiale à 1000 m3/hab/an. En effet, cette disponibilité représente actuellement moins de 478 m3, alors que la moyenne mondiale est de l'ordre de 6700 m3 et peut dépasser les 10 millions de m3 au Groenland et 276 000 m3 au Congo (FAO, 2003).
Selon Anonyme (1999), "L'eau en région Méditerranéenne", l'Algérie est classée parmi les 7% de la population méditerranéenne qui dispose de moins de 500 m3/an par habitant
Si en 1962, la disponibilité en eau renouvelable par habitant et par an était de 1500 m^3, elle n'était plus que de 720 m^3 en 1990, 680 m^3 en 1995 et 630 m^3 en 1998.
Estimée à moins de 500 m^3 à l'heure actuelle, elle ne sera que de l'ordre de 430 m^3 en 2020 (CNES, 2000) (tableau 1).

Tableau 1 : Evolution des disponibilités en eau (m3/hat/an) depuis l'indépendance

Années	1962	1990	1995	1998	2000	2020
m3/hab/an	1500	720	620	630	500	430

LES EAUX CONVENTIONNELLES

Selon les rapports officiels du Ministère des Ressources en eau, les potentialités hydriques de l'Algérie sont globalement estimées à 17,2 milliards de m3/an réparties entre la zone Nord et Sud

LA ZONE NORD :

- les eaux de surface sont estimées à 10,4 milliards de m3 selon l'étude de l'ANRH et DGAIH (1993). Néanmoins, pendant la période coloniale celles-ci étaient estimées à 15 milliards de m3 (Anonyme, 1952), ce qui dénote une raréfaction des eaux superficielles.
- 1.9 milliards de m3 en eaux souterraines issues de 126 nappes principales renouvelables et sollicitées actuellement par plus de 12.000 forages, 9.000 sources et 100.000 puits pour la couverture des besoins de l'agriculture, l'alimentation en eau potable (AEP) et industrielle.

LA ZONE SUD :

- 5.0 milliards m3 exploitables dans les régions sahariennes dont 56 % pour le continental intercalaire et 44 % pour le complexe terminal. Néanmoins, le renouvellement des eaux souterraines n'est assuré qu'à hauteur de 800 millions de mètres cubes environ provenant des nappes superficielles, soit un taux de renouvellement de 15%. De ce fait, on considère que la plus grande partie des eaux souterraines sont exploitées comme des gisements.

LES EAUX NON CONVENTIONNELLES

Malgré la pression à laquelle est soumise l'Algérie quant à ses ressources hydriques, et bien que ses ressources en eau non conventionnelles puissent constituer une alternative à ce manque, il n'en reste pas moins que jusqu'à l'an 2000, l'aspect eau non conventionnelle était légué au second plan, bien que selon le CNES (2000) les potentialités en eaux usées urbaines et agricoles représentent environ 700 millions de m3 actuellement et augmenteront jusqu'à environ 2 milliards de m3/an en 2020, si la demande en eau des citoyens est satisfaite.

Néanmoins, il paraît, dans tous les cas, difficilement acceptable de recourir à cette ressource avant que les 40 à 50% de pertes dans nos réseaux ne soient réduites au strict minimum. A titre indicatif à Tokyo, les pertes d'adduction sont de l'ordre de 3%, loin de nos 40 à 50%, bien que le Japon dispose de 3400 m3/hab./an, (FAO, 2002), soit 9 fois plus qu'en Algérie.

D'un point de vue social, le problème des eaux de rejet ne doit pas être vu seulement sous l'angle de quantité mais surtout sous l'angle de qualité et son effet négatif sur l'environnement, en général et sur la pollution des eaux en particulier. En effet la quasi-totalité des eaux usées sont purement et simplement déversées dans la nature, ainsi toutes les côtes et les barrages situés à proximité ou à l'aval des grandes agglomérations collectent à longueur d'année tous les produits charriés habituellement par les eaux usées avec tous les risques sur la santé du citoyen.

Selon l'étude réalisée par Esty and Cornelius (2002) sur les indicateurs de qualité de l'eau dans une sélection de pays, les ressources hydriques

en Algérie sont d'une très mauvaise qualité. En effet, notre pays est classé 104ème sur 122 pays étudiés.

Pourtant, pour le peu de stations d'épuration qui existent, leur état de fonctionnement pose de gros problèmes. Il n'existe aucune organisation disposant d'une bonne expertise de gestion des installations d'épuration et de recyclage de l'eau, ce qui a contribué à la fermeture de 42 des 53 stations existantes.

Selon le personnel en charge de les faire fonctionner, ce sont des dispositifs difficiles à gérer. Pourtant, à travers le monde, particulièrement dans les pays développés, ce problème ne se pose pas.

A titre de comparaison, la France dispose de 12 000 stations d'épuration, soit un ratio d'une station pour 5000 habitants, en Algérie, ce ratio est de 1 station pour 600 000 habitants, soit un rapport de 0,8%

La solution du traitement des eaux usées au profit de l'irrigation se posera avec acuité dans les années à venir en raison de la raréfaction progressive des eaux conventionnelles.

Quant au dessalement de l'eau, ce n'est qu'au début des années 2000 qu'un programme conséquent de mise en place d'unités de dessalement a vu le jour. Ainsi sur le littoral, plus de 30 stations seront mises en place avant 2019 (Nouvelle République, 2005).

En plus des deux stations qui sont en construction à Alger (El-Hamma) et Arzew, 9 autres stations verront le lancement de leur chantier très prochainement dans les Wilayas de Tlemcen, Oran, Chlef, Alger, Bejaia, Jijel, Skikda, Annaba et El Tarf. Leur capacité de traitement et de production dépasse le million de m3/jour pour une population de plus de 7 millions d'âmes (Olinga, 2006). Le reste, soit 21 stations seront réalisées avant 2019 et produiront près de 60 milles m3/jour pour une population de 380 milles habitants.

Le potentiel de production des 33 stations, une fois réalisées est estimé à 450 millions de m3/an, soit 30 l/j/hab, pour une population estimée à 40 millions en 2019.

2. LES ASPECTS DE LA MOBILISATION DES RESSOURCES EN EAUX

Pour parvenir à une sécurité alimentaire satisfaisante et en considérant que le secteur de l'agriculture consommera 70% de cette mobilisation, il faudra pouvoir mobiliser 15 à 20 milliards de m^3 par an à l'horizon 2020 (CNES, 2000).

Les efforts à consentir seront colossaux, lorsqu'on sait que la mobilisation actuelle ne représente que 4 à 5 milliards de m3/an selon les années, soit environ 120 à 150 m3/hab./an.

Pour parvenir à ces prévisions, il faudra ratisser large en essayant de tirer profit de toutes les ressources hydriques possibles et imaginables conventionnelles ou non conventionnelles du pays, en mettant en application toutes les techniques modernes de pointes qui régissent les bases fondamentales de gestion de l'eau, au sens large du terme, en mettant le maximum d'efforts sur les ressources hydriques destinées au secteur de l'agriculture qui consommera plus de 70% des eaux mobilisées durant les années à venir.

Le défit est difficile mais possible, pourvu que les organismes concernés par le manque d'eau en Algérie jouent pleinement leur rôle, en leur qualité de mobilisateur, de gestionnaire, de consommateur et/ou de protecteur de cette ressource rare qui constitue de loin le principal facteur limitant de tout développement économique, social et même culturel en Algérie.

AU NIVEAU DE LA MOBILISATION DES RESSOURCES HYDRIQUES

Les potentialités hydriques étant limitées à environ 17 milliards de m3/an, on ne pourra jamais espérer mobiliser plus que ces potentialités pour les moyens technologiques actuels. Par contre ce qui est plus possible serait de mobiliser un maximum des 67% de nos potentialités, soit plus de 13 milliards qui sont « perdues » annuellement, en d'autres termes, l'Algérie mobilise actuellement environ 33% de ses potentialités (Tableau 2). De ce fait elle est classée parmi les pays qui mobilisent le moins possible ses potentialités. Parmi les pays de la rive sud de la Méditerranée, l'Algérie est le seul pays qui mobilise seulement 33% (Benblidia et al., 1998).

Tableau 2: Indices d'exploitation des ressources hydriques de la rive sud de la Méditerranée

Pays	Indice
Algérie	**33**
Maroc	39
Tunisie	58
Libye	**600**
Egypte	93
Chypre	47
Syrie	90
Israël	100
Gaza	100
Malte	100

Si l'on considère que la mobilisation pourra atteindre 70% des ressources renouvelables en 2020, ce qui permettra de mobiliser environ 13 à 14 milliards de m3/an qui seront complémenté par les ressources non conventionnelles.
Les prévisions de l'an 2020 considèrent que les eaux de rejet atteindront les 2 milliards de m3. Si l'on considère que 50% de ces eaux seront réutilisées après épuration par le secteur agricole, cela permettra de mobiliser 1 milliard de m3/an, soit 60% de l'eau actuellement utilisée par l'agriculture ou 25% des besoins en eau pour l'irrigation à l'horizon 2020 et pour une surface irriguée de 800 milles ha et une dotation moyenne de 5000 m3/ha/an.
A cela il faut ajouter la participation du programme ambitieux de dessalement à l'horizon 2020, qui prévoit une production moyenne de 2.26 millions de m3/jour, soit environ 825 millions de m3/an.
La mobilisation des eaux conventionnelle et non conventionnelle permettra de mettre sur le marché environ 15 milliards de m3/an, toute mobilisation convenue, soit 3 fois plus d'eau mobilisée actuellement.

AU NIVEAU DE GESTION DES RESSOURCES HYDRIQUES
L'aspect gestion jouera un rôle primordial dans le programme de mobilisation des ressources hydriques par une gestion rationnelle des réseaux de distribution, en luttant contre toutes les sources de déperdition, de gaspillage par des mesures incitatives à l'économie de l'eau par tous les secteurs utilisateurs particulièrement dans le secteur agricole (gros consommateur d'eau).
Les premières mesures à appliquer seraient la suppression d'une grande partie des 40 à 50% d'eau perdue dans les réseaux de transport et de distribution d'eau. Dans ce cadre, il est très aisé de passer de 60 à 80%

d'efficience des réseaux, ce qui permettrait d'économiser 1 à 1.5 milliards de m3/an, ce qui représente 2 à 3 fois la production de toutes les stations de dessalement à l'horizon 2020

Il faut le signaler très clairement que les entreprises de gestion des réseaux d'irrigation et/ou d'AEP ne peuvent agir pour mobiliser, stocker, transporter et distribuer l'eau durablement que s'ils ont les moyens financiers et matériels nécessaires pour le faire. Pour cela, le prix du m3 d'eau doit, non seulement refléter sa valeur réelle, mais surtout sa productivité.

En effet, une politique des prix objective et équitable serait la meilleure mesure pour sortir du marasme la majorité des secteurs dépendants de l'hydraulique à cause du manque de moyens financiers qui leur ont toujours fait défaut, pour la simple raison qu'en Algérie, la valeur économique de l'eau a été longtemps méconnue, ce qui a conduit à gaspiller la ressource et à l'exploiter au mépris de l'environnement.

Pourtant, selon la déclaration de Dublin sur l'eau et le développement durable (1992) : «considérer l'eau comme un bien économique et la gérer en conséquence, c'est ouvrir la voie à une utilisation efficace et une répartition équitable de cette ressource, à sa préservation et à sa protection».

Malheureusement, les tarifs du m3 d'eau pratiqués depuis l'indépendance (particulièrement en agriculture) montrent que l'eau, en Algérie n'a jamais eu de valeur, comme le montre la figure 1.

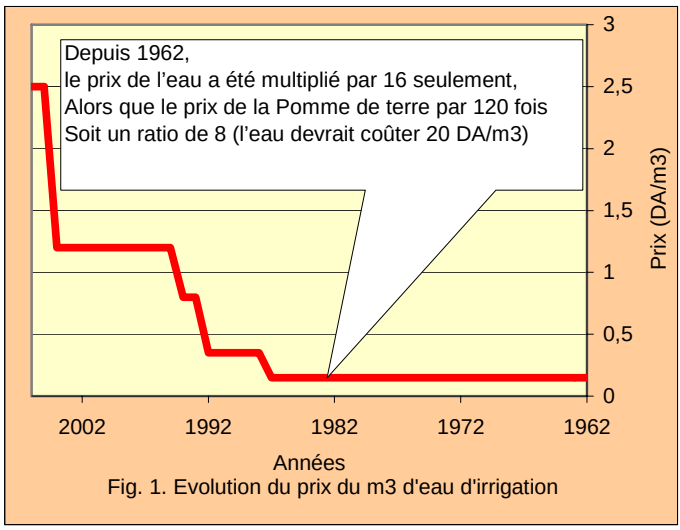


Fig. 1. Evolution du prix du m3 d'eau d'irrigation

A titre de comparaison, la figure 1 montre que le prix du m3 d'eau d'irrigation est passé de 0.15 à 1.2 DA entre 1962 et 2004, soit une augmentation de 8 fois, alors que le prix du kg de pomme de terre a augmenté de 120 fois.
Actuellement, au Nord du pays, les ressources mobilisées totales sont réparties entre les trois secteurs utilisateurs comme suit :
- 55,3% à l'irrigation (2,1 milliards de m^3),
- 34,2% à l'AEP (1,3 milliards de m^3),
- 10,5% à l'industrie (0,4 milliard de m^3).

3. LES PROGRAMMES FUTURS D'IRRIGATION

Au plan de l'irrigation, les rapports des différents plans de développement montrent une grande ambition des pouvoirs publics quant au développement de l'agriculture irriguée dans les grands périmètres irrigués ou grande hydraulique. Malheureusement les réalisations ont toujours été très en deçà des prévisions, comme le montre le tableau suivant. En effet, en 1962 les grands périmètres représentaient plus de 36% des surfaces totales irriguées, alors qu'en 1998 leur surface ne représentait que 9%. De plus, 420 millions de m3 étaient alloués aux GPI en 1962, pour seulement 270 millions en 1998, soit une diminution de 150 millions de m3 (Tableau 3).

Tableau 3 : *Evolution de l'activité de l'irrigation durant la période 1962 - 1998*

Désignation	1962	1998
Superficies irriguées	165 000	411 000
Dont :		
Grands périmètres	60 000	30 000
PMH Nord	75 000	163 000
PMH Sud	30 000	125 000
Superficies équipées en GH	130 000	163 000
Superficies équipées en GH pour 1000 habitants (ha)	13	5,4
Superficies irriguées pour 1000 habitants (ha)	16,5	14,5
Superficies irriguées en GH pour 1000 habitants (ha)	6	1
Eau mise à disposition de la GH (Hm3)	420	270

En Algérie, le secteur de l'agriculture a toujours été le parent pauvre des trois secteurs utilisateurs des ressources hydriques. Pour cela, les statistiques montrent que la diminution relative des ressources hydriques se répercute toujours et avant tout par une diminution du quota alloué à

l'irrigation. De plus, le peu d'eau allouée à l'irrigation est très mal utilisé pour une multitude de raisons liées de près ou de loin au prix dérisoire, pour ne pas dire inexistant de m3 d'irrigation et la méconnaissance des bases fondamentales de la gestion de l'irrigation.

En effet :

- Les techniques traditionnelles d'irrigation représentent 80 à 85% des surfaces totales irriguées, de ce fait l'efficience moyenne varie de 40 à 60% (Mouhouche, 2005),
- la productivité (valorisation) du m3 d'eau d'irrigation est à peine moyenne (Tableau 4).

Tableau 4 : *Valorisation du m3 d'eau d'irrigation dans la plaine de Mitidja*

Cultures	Rdt (t/ha)	Besoins (m3/ha) Calcul Cropwat	Kg/m3 (Alegria)	FAO	Ratio/FAO
Tomate	42	5000	8.6	12	0.70
Pastèque	30	4300	7	8	0.85
P. de terre	21	4200	5	7	0.70
Chou	13	1600	8.3	20	0.40
Raisin de T.	50	5000	1	4	0.25
Citrus		6200		5	
Haricot vert	51	2600	2	2	1

4. UTILISER LES ASPECTS POSITIFS DE L'EAU VIRTUELLE COMME PALLIATIF AU MANQUE D'EAU

Bien que le concept *"d'eau virtuelle"* soit évoqué depuis une vingtaine d'années par les spécialistes de l'eau, et malgré son importance dans nos échanges commerciaux depuis fort longtemps, ce concept reste complètement méconnu et ignoré dans la stratégie de gestion de nos ressources hydriques.

Nous pensons qu'il est temps de commencer à y penser, car *"l'eau virtuelle"* a toujours été, et elle le sera encore pour longtemps, notre bouée de sauvetage, quant à notre alimentation, tant que nos moyens financiers d'importation de produits agricoles le permettent, en d'autres termes tant qu'il y a du pétrole.

Malheureusement, le revers de la médaille est toujours plus douloureux qu'on ne le pense, en effet, le fait de dépendre des marchés internationaux pour un produit aussi important met l'Algérie dans une situation d'insécurité permanente, particulièrement avec tous les aléas et les

perturbations que connaissent ces derniers temps ces marchés (disponibilité, fluctuation des prix, monopole etc...)

Il est vrai que l'Algérie sera toujours dépendante, en parti, des marchés internationaux pour l'alimentation de sa population toujours croissante et plus exigeante. Néanmoins, il s'agira pour nous d'essayer toujours de diminuer au maximum cette dépendance par une meilleure gestion du peu de ressources hydriques dont nous disposons et d'utiliser en dernier recours cette *"eau miracle"* qui vient d'ailleurs comme palliatif à notre manque d'eau.

C'est ainsi que l'Algérie importe des quantités importantes de produits alimentaires, particulièrement des céréales qui permettent, non seulement de nourrir la population à un prix raisonnable. En effet, les céréales (par exemple) sont généralement subventionnées dans la plupart des grands pays qui les exportent. De plus, ces importations permettent d'économiser une ressource d'eau si précieuse pour un pays comme l'Algérie qui connaît un déficit en eau très intense et qui s'aggrave d'année en année, suite à la sècheresse qui sévit ces dernières années dans nos régions.

En définitive, bien que ça paraisse contradictoire et paradoxal, l'Algérie est sûrement gagnante actuellement à tout point de vue en important ces produits alimentaires qui recèlent virtuellement des quantités considérables d'eau que l'Algérie ne pourra jamais mobiliser actuellement pour produire l'équivalent en produits alimentaire importés.

A ce sujet, nous évoquons un problème *que personne ne veut évoquer clairement, de peur que le ciel ne lui tombe sur la tête*. En effet, partant d'un principe qu'un kg de blé importé contient virtuellement au moins 1,5 m3 d'eau, de ce fait, les 50 à 60 millions de quintaux de blé importés équivalent à plus de 12 milliards de m3 d'eau/an (FAO 1999 ; 2005), soit plus du double de nos potentialités hydriques mobilisées actuellement.

Ces quantités faramineuses représentent une importation de 360 m3/hab./an, soit plus de 300% de l'eau destinée à d'irrigation, tous secteurs confondus.

En d'autres termes, pour subvenir à nos besoins alimentaires actuels, en l'absence de possibilités d'importation, il nous faudra mobiliser 3 fois plus d'eau destinée à l'irrigation, soit entre 10 et 12 milliards de m3/an, ce qui est impossible à réaliser même en 2025. En effet, les chiffres officiels du MRE indiquent que les potentialités hydriques destinées à l'irrigation ne pourront dépasser 5,2 et 8,3 milliards de m3, respectivement en années sèches et en années pluvieuses, à l'horizon 2025.

Le recours aux réserves d'eau souterraines fossiles non renouvelables du grand sud est toujours possible, mais pour combien de temps et à quel prix ?

Cette réalité doit nous inciter à utiliser ce concept d'eau virtuelle dans la gestion de nos ressources hydrique pour le futur, afin de comprendre réellement les quantités dont a besoin l'Algérie pour subvenir à ses besoins agricoles. A cela il faudra ajouter l'eau virtuelle importée annuellement avec

les autres produits d'importation autres que les produits agricoles, car en 2007 nos importations globales ont atteints plus de 27 milliards de $ US dont seulement 6,1 pour les produits agricoles. En d'autres termes, l'eau virtuelle importée est de loin plus importante que les 12 milliards de m3 importés avec les produits agricoles.
Ces réalités font vraiment peur, mais il faut bien se rendre à l'évidence et attaquer les vrais problèmes à leurs origines.

CONCLUSION

L'analyse de la situation concernant le problème du manque d'eau en Algérie montre bien que ce manque est réel, mais il n'est pas aussi catastrophique qu'on le fait croire car ce problème de manque d'eau ne date pas d'aujourd'hui, vue la situation géographique de notre pays.
Actuellement, les principaux problèmes rencontrés sont beaucoup plus d'ordre technique, organisationnel, législatif et socio-économique.
Il reste seulement aux utilisateurs et aux gestionnaires de l'eau sous ses différentes formes de savoir comment conjuguer tous les efforts pour diminuer l'intensité du manque d'eau et surtout de se préparer avec tous les moyens dont on dispose pour vivre en permanence avec ce danger permanent d'avoir un jour soif, parce qu'on n'a pas su comment nous comporter, comme c'est le cas aujourd'hui.
Nous dirons pour terminer que l'existence et la place de l'Algérie dépendront de la maîtrise du peu d'eau dont elle dispose car ce peu d'eau est relativement important s'il est bien géré, et il est dérisoire s'il ne l'est pas, comme c'est le cas aujourd'hui malheureusement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Anonyme (1999). Conférence Ministérielle Euro-éditerranéenne sur la Gestion Locale de l'Eau. Turin 18 - 19 octobre 1999.
Anonyme (1952). XIX^{ieme} Congrès géologique international ALGER – 1952.
Benblidia M., Margat J. et Vallée D. 1998). Pénuries d'eau prochaine en Méditerranée. *Revue* Futuribles, juillet / août 1998.
CNES (2000). " L'eau en Algérie : le grand défi de demain "
Esty and Cornelius (2002). Indicateur de la qualité de l'eau dans une sélection de pays. UNESCO.
FAO (2002). Water resources: FAO: AQUASTAT.
Hammiche B., 1993. Le marché des céréales et des légumes secs. L'Economie N° 2, 40-47.
Mouhouche B. et Guemraoui M., 2004. Réhabilitation des grands périmètres d'irrigation en Algérie. Séminaire sur La Modernisation de

l'Agriculture Irriguée dans les Pays du Maghreb 19 au 21 avril 2004 Rabat, Maroc.

إبراهيم موحوش، (2005). دراسة قطرية حول تطوير استرداد تكلفة إتاحة مياه الري على ضوء التطورات المحلية و الدولية. المنظمة العربية للتنمية الزراعية، الخرطوم

Nouvelle République (2005). Dessalement d'eau de mer en Algérie. 33 stations pour 2019. Quotidien national *Nouvelle République* - 17 jan 2005

Olinga Luc (2006). Le dossier de l'intelligent EAU : solutions africaines. **Revue *Jeune Afrique* l'intelligent** N° 2352, février 2006.

Saidi A. (Rapport non daté). Préparation de la stratégie nationale de développement économique et social. Les grands axes de la stratégie du secteur des ressources en eau (MRE).

DIAGNOSTIC RURAL PARTICIPATIF AU SERVICE DU DEVELOPPEMENT AGRICOLE DURABLE : EXPERIENCES ET ENSEIGNEMENTS

BOULASSEL A.[1], F. ABABSA S[2]., LAKHDARI F[3].

« Le savoir est un puits sans fonds » Proverbe bambara[4]

[1]INRAA, Centre Régional de Oued Ghir 06120 Béjaia. Email: boulassel_ma@yahoo.fr
[2]Unité d'Etudes et de Recherches Sahariennes INRAA Ouargla
. [3]CRSTRA, Biskra.

[4]L. Hitimana et K. Hussein, (2000) : « La MARP en pratique. L'expérience d'une équipe multidisciplinaire au sud-est du Burkina Faso » pp167 - 195 in « Les enquêtes participatives en débat : Ambition, pratiques et enjeux » édition GRET – KARTHALA- ICRA.

RESUME

Les chercheurs sont tenus d'apporter une large contribution au développement agricole durable et de mettre leurs connaissances au profit des agriculteurs, des agents de développement et de tous les acteurs de la profession et de l'interprofession aussi bien dans le monde rural, qu'à sa périphérie.

Mais, l'environnement dans lequel la recherche agricole évolue est en mutation permanente.

Le personnel de la recherche doit insérer dans ses pratiques quotidiennes les changements politiques, économiques, sociaux et environnementaux, nécessaires pour une prise en charge effective des contraintes auxquelles est affrontée l'agriculture d'aujourd'hui.

Cette dynamique permanente de l'environnement dans lequel évolue la recherche agronomique nous oblige, nous tous, à nous adapter, à changer nos méthodes de diagnostic, de collecte d'information, de proposition de réponses et de solutions, de suivi-évaluation ; elle nous contraint à apprendre de nouvelles techniques et à impliquer le plus grand nombre possible d'acteurs du développement, pour qu'il puisse être durable.

On observe au cours de ces dernières décennies d'importants investissements effectués aussi bien par des institutions publiques nationales et internationales que par des ONG locales et transnationales, destinés à la réalisation des projets/programmes de recherche – développement ; mais les résultats ne sont pas toujours satisfaisants, du fait de plusieurs raisons :

→ Les méthodes d'approche utilisées ou mises en place par des experts internationaux sont souvent inadaptées aux contextes socioéconomiques et culturels de nos régions d'étude.

→ Le contenu des programmes sont exécutés d'une façon générale, sans tenir compte des aspects socioéconomiques et du milieu naturel. Il semblerait que la finalité visée est essentiellement celle d'atteindre l'objectif global.

→ Dans la partie conception, l'aspect genre est largement abordé, mais survolé lors du diagnostic de situation et de l'exécution des actions programmées.
→ Le système de suivi-évaluation est souvent inefficace résultant soit du mauvais choix des indicateurs lors de la conception, soit du fait que le personnel chargé de l'exécution est non motivé par manque de rémunération suffisante.
L'objectif principal de la présente communication est de faire le point sur les contraintes auxquelles se heurtent les projets/programmes de développement agricole d'une manière générale et de proposer des scénarios pour la création des conditions favorables au développement durable à travers une meilleure participation des différents acteurs.
Mots clés : *Diagnostic, Participation, Développement durable, Acteurs, Approche, Contraintes, Expérience, Enseignement.*

Introduction
On assiste ces deux dernières décennies à l'émergence de projets/programmes et/ou des projets/programmes/réseaux de recherche et de recherche – développement, s'appuyant sur l'approche participative. La plupart de ces projets/programmes sont financés par des organismes internationaux, des gouvernements et des ONG qui ont adopté les méthodes participatives, à l'instar du FAO, PNUD, FIDA, GTZ, etc. Nul, ne peut être contre ces méthodes, surtout, lorsqu'elles visent une implication des populations locales dans leur propre développement, une prise de décision, même partielle, sur les investissements qui leur sont consacrés et une évaluation des différentes interventions les concernant pour l'adoption des innovations techniques et technologiques.
Les transformations géopolitiques que le monde a connues ont fait émerger d'autres rapports de pouvoir : idéologiques, économiques, culturels et politiques (***Selamna*** & ***Lavigne Deville***, *2000*). L'accès aux ressources de financements par les associations et les ONG (qui ont atteint les 50.000 à travers le monde, ***Troger***, *2002*), a fait restreindre l'hégémonie de l'Etat dans ce domaine.
Les méthodes participatives se proposent de pallier à la bureaucratie de financement dont souffrent les projets/programmes dans les pays en voie de développement. La participation prétend une association des bénéficiaires à toutes les étapes : du diagnostic à l'évaluation. La souplesse des méthodes/approches/outils de la recherche participative ne laisse guère le champ libre aux critiques. L'innovation et l'adaptation aux conditions socio-économiques et aux contextes locaux donnent à la participation un caractère flou, vague et souvent une dimension rhétorique. On verra, lorsqu'on abordera les contraintes et les difficultés de la mise en œuvre

pratique de ces méthodes sur le terrain, qu'il n'y a pas un changement notable dans les rapports entre techniciens et populations locales.
En Algérie, le recours à l'approche participative trouve sa justification dans un contexte national favorable :

- La prise de conscience, nourrie par l'importance accordée par les pouvoirs publics et les institutions de recherche et de recherche – développement, pour une contribution effective des populations locales à leur propre développement, ainsi que l'amélioration des moyens d'existence pérennes et la réussite de la plupart des interventions sur le terrain.
- L'engagement d'une série d'actions importantes en faveur des populations rurales et les retombées économiques indéniables qu'elles ont engendrées.
- La formation pédagogique et la spécialisation de certaines équipes dans la maîtrise des outils et les approches participatives, soit dans des institutions internationales spécialisées, soit au niveau local. L'émergence des projets/programmes-réseaux a contribué à former, même partiellement, certaines équipes chargées de l'exécution de l'intervention en milieu producteur.
- L'intérêt accordé par les chercheurs et les développeurs à la programmation scientifique.
- Une grande partie des contraintes au développement durable ont été identifiées et hiérarchisées.
- L'intégration de la gestion des ressources naturelles dans les approches méthodologiques et dans les analyses scientifiques et techniques.

Malgré les avantages censés être apportés par les méthodes participatives, les résultats ne sont pas toujours satisfaisants, du fait de plusieurs raisons :

→ Les méthodes d'approche utilisées ou mises en œuvre par certains des experts internationaux sont souvent inadaptées aux contextes socioéconomiques et culturels des réalités locales des sociétés du Sud. Les jeux de rôles, les marionnettes, les pièces théâtrales ne sont pas toujours en harmonie avec les caractéristiques des contextes locaux.

→ Les contenus des programmes sont exécutés d'une façon globale, sans tenir compte de la diversité des aspects socioéconomiques et du milieu naturel. L'essentiel pour les équipes semble se restreindre à l'objectif théorique central des projets et/ou aux objectifs globaux nominaux des projets/programmes (***Boulassel***, *2007*).

→ Dans la partie conception, l'aspect ***genre*** est largement abordé, comme par principe, sur le papier, mais il est largement survolé lors du diagnostic de situation et de l'exécution des actions. L'accès à l'espace familial, pour un diagnostic participatif avec les femmes, ne peut se réaliser qu'avec des femmes.

→ Le système de suivi-évaluation est souvent inefficace soit du fait du mauvais choix des indicateurs lors de la conception ou alors il est tout

simplement inhérent à l'absence de véritables motivations (rémunérations inadéquates, préparations insuffisantes, …) des personnels chargés de l'exécution.

Dans ce document, on s'intéressera davantage aux différentes difficultés rencontrées par les équipes de terrain, surtout lors de la réalisation du diagnostic participatif, sans pour autant que l'on tentera de chercher les succès ou les échecs de telle ou telle méthode participative. Les objectifs du présent travail se résument dans ce qui suit :

- Présenter les principales contraintes auxquelles se heurtent les projets/programmes de recherche – développement et auxquelles se propose de répondre le développement durable à travers le combat pour enrayer l'ignorance, la lutte contre la pauvreté, l'amélioration des moyens d'existence durables des ménages d'agriculteurs et des communautés rurales, ainsi que la préservation des ressources naturelles.
- Présenter les principaux enseignements tirés de l'expérience pour une programmation judicieuse des interventions futures.
- Proposer des scénarii pour une plus large contribution des différents acteurs aux montages, mise en œuvre et au suivi-évaluation des projets/programmes de recherche/développement.

Le diagnostic participatif

« L'étranger ne voit que ce qu'il sait » Proverbe Africain

On pense que s'intéresser au diagnostic en premier lieu est une vision réductrice (***Selamna*** & ***Lavigne Deville***, *2000*). Mais, notre intérêt particulier pour les diagnostics, et surtout le «diagnostic participatif », nous semble raisonnable et stratégique pour plusieurs raisons :

- Le diagnostic constitue la première phase opérationnelle de l'intervention sur le terrain pour aborder une situation problématique. Le succès ou l'échec en dépendent directement
- L'interaction entre chercheurs et populations locales se produit lors du diagnostic où la forme de participation et de collaboration futures se précise et des relations « amicales » commencent à se tisser. ***Mondala*** (*2005*), rapporte que de cette interaction qu'émergent les savoirs. Lors du dialogue, des interviews en groupes ou mêmes individuelles et d'échange d'idées que chercheurs et paysans s'orientent les uns vers les autres, en ajustant et en adaptant leurs actions. Les paysans ne sont plus considérés comme de simples interlocuteurs, mais des co-participants (dimension interactive des pratiques) (**Ford** & **Wagner**, *1996*).
- Le diagnostic initial permet de planifier les interventions « participatives », même si par la suite les actions se déroulent d'une façon conventionnelle.
- L'apprentissage et la familiarisation avec les outils de l'approche participative se construisent dans cette phase. Lors du diagnostic, les équipes sont en contact permanent avec les paysans. La planification des

actions se fait, généralement, dans des ateliers de restitution, souvent préparés par les chercheurs et validée par les paysans en présence des autres acteurs. Les chercheurs n'ont pas toujours la capacité de restituer fidèlement les savoirs paysans, et, d'expliquer les raisons et les choix opérés par les paysans concernant l'adoption de telle ou telle technique et telle technologie ou une autre.

Le diagnostic a connu une évolution en trois étapes principales, échelonnées dans le temps :

1. Dans les années 60, les succès techniques et technologiques de la révolution verte ont fait du diagnostic une activité purement technique. Le chercheur est considéré comme le moteur de l'innovation, il définit les variables nécessaires à sa recherche, adopte les solutions en surmontant les facteurs limitants. Les solutions, dès lors, sont considérées comme des technologies uniformes adoptables par tous les agriculteurs dans des conditions similaires. La vulgarisation s'en charge par la suite pour la diffusion de l'information, qui sera adoptée par l'agriculteur. Ce modèle « vertical » basé sur un « transfert technologique » a donné naissance à un certain nombre de critiques. Il s'est avéré que certaines technologies ont engendré des contraintes d'ordre socio-économique et culturel. Il fallait donc adapter ce modèle aux conditions locales.

2. Dans les années 70/80, une nouvelle vision s'est développée qui préconise de comprendre le fonctionnement des systèmes de production pour appréhender la **diversité des situations** et identifier les exploitations homogènes au moyen d'une typologie structurelle et/ou fonctionnelle (**Ababsa**, *2007*). Le paysan est associé pendant la réalisation de l'expérimentation en milieu « réel » pour « légitimiser » l'adoption et l'adaptation des technologies aux réalités de son propre milieu et à sa situation particulière. C'est la première forme de participation. Elle reste cependant relativement « passive » et demeure toujours et presque exclusivement dominée par les chercheurs. On reproche à cette forme de participation, connue sous le nom du RRA (Rapid Rural Appraisal), son caractère passif. Le diagnostic initial, connu souvent sous l'appellation de « diagnostic rapide » nécessite des compétences professionnelles avérées, de sorte à ce que les équipes ne soient pas considérées comme les adeptes d'un « tourisme rural » rémunéré, au lieu de collecter les informations et les données pertinentes sur les situations à l'étude.

3. Dans les années 90, le diagnostic est considéré comme un **compromis négocié** des intérêts des différents acteurs impliqués dans l'intervention d'une façon directe ou indirecte. Les populations locales définissent leurs besoins et les chercheurs et développeurs se mettent à leur service. Cette forme de participation active est connue sous le nom du PRA (Participatory Rural Appraisal) devenue par la suite PLA (Participatory Learning and Action).

Le diagnostic est une étape très importante du fait qu'elle permet de choisir les outils nécessaires pour atteindre les objectifs élaborés, fixés et arrêtés en commun entre les acteurs intervenants.

LES CONTRAINTES

On s'intéresse aux difficultés rencontrées par les équipes lors de réalisation du diagnostic « participatif » avec une analyse succincte de chaque contrainte.

Le constat est réalisé à partir des expériences vécues par les auteurs eux-mêmes, tirées à partir de rapports divers, des bilans disponibles et des différentes restitutions des projets/programmes. Les principales contraintes que l'on estime important d'énumérer sont :

- Standardisation des méthodes participatives par toutes les équipes de terrain sans tenir compte, presque, des spécificités de chaque communauté, voire même au sein de la même communauté, des rapports entretenus entre les ménages. Le diagnostic est réalisé avec l'utilisation des mêmes outils. Le recours à des cartes participatives est rarement entamé, alors, que la réalisation de la carte exploratoire, ou carte participative, permet à l'équipe d'appréhender l'état des ressources naturelles et l'analyse des principales contraintes. A partir de ce travail, le produit cognitif obtenu permet de formuler les hypothèses préliminaires pouvant guider, orienter, donner un contenu et un sens à la planification des actions de recherche et au développement économique et social ultérieur.
- Prise en considération insuffisante de l'aspect environnemental, ce qui se manifeste négativement sur la durabilité des actions entreprises.
- La vision d'ensemble et la gestion des situations (contraintes et atouts) sont beaucoup plus sectorielles (spécialisées) qu'intersectorielles (ouvertes sur toutes les dimensions importantes).
- Dans la partie conception, l'aspect genre est largement abordé, mais survolé lors du diagnostic et de l'exécution. L'accès à l'espace domestique féminin ne peut se faire qu'avec une femme.
- Faible participation et implication insuffisante des différents acteurs jouant un rôle central dans le processus de développement durable, tant dans la conception, la programmation et la formulation des actions de développement, que dans leur mise en œuvre et le contrôle–suivi-évaluation de leur exécution.
- Recours insuffisants, partiels ou tronqués à l'approche participative intégrale. Le discours reste dominé par les chercheurs. Les paysans ne sont que formellement associés dans le diagnostic, les enquêtes socio-économiques, les enquêtes sur l'utilisation des ressources, dans la mesure où les initiateurs institutionnels (chercheurs, agents de développement, …) des actions de développement ne cherchent pas réellement (ou, inconsciemment, ne pensent même pas) à comprendre les logiques et les choix opérés par les populations locales[1].

- Faible coordination au niveau des différentes institutions et des acteurs du développement. Une même intervention peut être prise en charge par deux institutions différentes sur le même terrain d'application, voire dans le même domaine.
- Connaissance limitée, ou maîtrise peu professionnelle des technologies transférables en milieu producteur par rapport aux pratiques paysannes favorisant le développement durable.
- Diffusion cognitive restreinte et transfert de maîtrise technique à la limite réduit : on se contente de faire des restitutions en ateliers sans apporter, ni suivre durablement les solutions préconisées par l'intervention.
- Sensibilisation limitée sur l'utilisation efficace et efficiente des ressources naturelles.
- Communication limitée : les réunions des membres de l'équipe ne se font presque qu'à l'approche des restitutions ou pour la rédaction des rapports et bilan. La synthèse se fait généralement par un seul membre de l'équipe : « le Coordinateur du projet ».
- Dans l'état actuel des choses, on a remarqué que l'approche ascendante accroît la pertinence de l'action prévue sur sa réalisation au niveau du terrain. Ceci rend très difficile la mise en œuvre de l'approche participative. Il est inconcevable d'appliquer l'approche participative sans la prise en considération des inter-relations fonctionnelles et les synergies entre l'amélioration des conditions de vie, l'amélioration de la production agricole et la préservation des ressources naturelles. Le recours à l'approche ascendante trouve son explication la plus plausible dans le peu de maîtrise par les équipes des différents outils de l'approche participative : il s'agit, pour la plupart du temps, d'autodidactes.
- Manque d'une **vision future** et de la prise en compte des INRM (integrated naturel ressources management) : dans le plus grand nombre de projets de recherche/développement, les équipes se précipitent pour atteindre les objectifs fixés par l'intervention au détriment d'une vision future de l'intervention, une fois levées les contraintes qui freinent le développement.
- L'**interdisciplinarité** et la **pluridisciplinarité** qui constituent le point fort de l'approche participative, du fait de l'implication de plusieurs disciplines sur le même champ d'application et au même moment, est utilisée, en réalité, comme on se sert des « **agrafes** », au lieu que les disciplines soient considérés tels des « **morceaux de sucre dilués dans un grand verre d'eau** ».

LES ENSEIGNEMENTS

Les enseignements qu'on peut tirer à partir des projets/programmes déjà réalisés ou en cours de réalisation se résument en ce qui suit :

- La participation « effective » et l'intégration des différents acteurs du développement durable sont considérées par les chercheurs, beaucoup plus comme des concepts que comme des pratiques susceptibles de relever des indicateurs clés.
- L'approche ascendante demeure dominante sur le comportement participatif du fait de la non maîtrise des méthodes/approches/outils participatifs. La tendance des équipes chargées d'élaborer et de mettre en œuvre l'intervention, est de suivre une méthode caricaturale consistant à remplir des cases. Ce qui ne peut qu'engendrer une intervention mal préparée, assortie d'objectifs erronés, confus, ambigus ou peu clairs. D'où l'impression que la programmation de l'intervention n'est souvent utilisée que lorsque les donateurs extérieurs l'exigent. Dès lors, la planification des actions n'est plus une incitation à la réflexion mais un exercice de description qui survole superficiellement la logique paysanne qui devrait la caractériser, l'orienter et dicter son contenu.
- La conscience peu évidente et la connaissance insuffisante des enjeux et des avantages offerts ou qui pourraient être offerts par l'approche participative, constituent un obstacle à la pertinence et à l'efficacité des interventions effectuées.
- Le rôle des populations locales ne réside pas qu'à permettre la collecte d'informations aussi pertinentes que nécessaires pour faire avancer le travail des équipes. Atteindre les objectifs initiaux ne peut pas être le but exclusif à rechercher sans se soucier d'associer la population locale dans l'exécution et la mise en œuvre des solutions adéquates possibles, fiables et faisables, dont ils sont à la fois les « initiateurs » et les « bénéficiaires ».
- L'opérationnalisation de l'approche participative demeure encore largement non maîtrisée.
- Les moyens humains sont parfois insuffisants pour l'animation et l'exécution des tâches sur le terrain.
- La société civile et les usagers publics et privés des ressources naturelles ne participent pas suffisamment aux processus mis en œuvre, ce qui se traduit par une disproportionnalité de la contribution des différents acteurs dans l'effort global du développement.

LES SCENARII POUR UN DEVELOPPEMENT DURABLE AVEC L'IMPLICATION DES DIFFERENTS ACTEURS

Pour la prise en charge des interventions futures d'une manière efficace et efficiente auprès des populations locales, nous proposons quelques scénarii, pouvant justifier quelques formes de la participation.

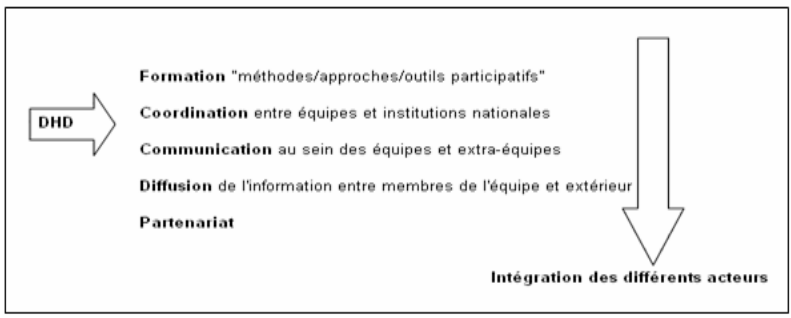
Scénario 1 : Basé sur les « pratiques courantes » des populations locales. Ce sont des initiatives communautaires autoprogrammées par les paysans sans la

moindre intervention de l'Etat. Le cas d captage de la ressource hydrique, de l'aménagement des seguias, le partage de l'eau pour l'arrosage des jardins, la confection des drains, … sont révélateurs de l'initiative locale.

Scénario 2 : Basé sur la réussite du diagnostic initial. Lorsqu'on est en présence d'acteurs réticents et d'un niveau intellectuel relativement disproportionné, le recours au « *diagnostic participatif par validation étagée* » (DPVE) s'avère indispensable. (***Boulassel*** & *al*., *2001*). Les qualités essentielles du travail par la méthode DPVE reposent sur les acronymes, « **E** » et « **A** » : « **Ecouter** » et « **Apprendre** ». (***Boulassel*** & *al*., *2001*).

E : Encourager la participation	**A** : Animer
C: Consulter	**P** : Partager la parole
O : Optimiser l'ignorance	**P** : Prendre conscience des divergences
U : Utiliser les moyens de visualisation	**R** : Rechercher le feed-back
T : Trier et hiérarchiser les problèmes évoqués	**E** : Ecouter attentivement
E : Etudier	**N** : Noter
R : Réviser et rechercher le feed-back	**D** : Discuter
	R : Regrouper les idées clés
	E : Evaluer

Scénario 3 : Basé sur le « développement humain durable ».



CONCLUSION

Le rôle de l'intervention participative est de ne pas léser certaines catégories d'acteurs, pour en favoriser d'autres. Son rôle principal est de formuler des **propositions concrètes par et pour les paysans.**

Une meilleure participation de la population locale au processus de développement durable réduit sensiblement (pour mieux les orienter) les interventions de l'Etat, allège les charges financières et les coûts économiques et permet une meilleure gestion sociale des ressources naturelles.

NOTE

1. *Par exemple, lors d'une classification avec co-notation sur une échelle de 1 à 5, les chercheurs n'essayent pas de comprendre que le paysan a des raisons qui relèvent de sa propre rationalité, en fonction de sa propre appréciation de la situation dans laquelle il se trouve, pour prendre les décisions qu'il juge pertinentes afin d'opérer le choix de telle ou telle variété sans se soucier du rendement le plus élevé ou de la rentabilité économique qu'il pourrait en obtenir. Les chercheurs se doivent, en principe, de chercher le pourquoi de cette stratégie et des objectifs qui la constituent en analysant les motifs qui poussent le paysan à prendre telle ou telle décision, plutôt qu'une autre (raison sociale, économique, zootechnique, agronomique, …).*

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ababsa S., (2007) : « *Introduction au cours de socioéconomie du développement des régions sahariennes en Algérie* ». 207 p. Agroscopies. V I. INRAA, Alger.

Ababsa S., (A Paraître) : « *Les possibles différés de l'agriculture saharienne en Algérie. 1997* ». Agroscopies. V II. INRAA, Alger.

Boulassel A., (2007) : « *Elaboration du programme de recherche. Note méthodologique* ». INRAA, document interne, 35 p.

Boulassel A., **Coulibaly I.**, **El Hasnaoui A.**, **Mimouni A.** & **Motchemien R.**, (2001) : « *Périmètre irrigué du Gharb au Maroc : quelles actions de recherche et de développement pour une amélioration raisonnée du niveau d'intensification ?* ». ICRA. Série de documents de travail, n° 99, 123 p.

Ford C.E., & **Wagner J.**, (1996): "*Interaction-based studies of language*". Pragmatics, 6 (3).

Hitimana L., & **Hussein K.**, (2000) : « *La MARP en pratique. L'expérience d'une équipe multidisciplinaire au sud-est du Burkina Faso* ». Pp167 – 195, *in* "Les enquêtes participatives en débat : Ambition, pratiques et enjeux". Édition GRET – KARTHALA- ICRA 2000.

Lakhdari F., (2006) : « *Lieu de vie, lieu de bienêtre* ». CRSTRA.

Lavigne Deville Ph., **Selamna N.,** & **Mathieu M.**, (2000) : « *Les enquêtes participatives en débat : Ambition, pratiques et enjeux* ». Édition GRET – KARTHALA- ICRA, 543p.

Mondada L., (2005) : « *Chercheurs en interaction* ». Collection « Le savoir suisse », n° 28. Presses polytechniques et universitaires romandes, 142 p.

Troger V., (2002): « *Les ONG à l'épreuve de la critique* ». Sciences humaines n° 131, Pp 16-20

L'ENVIRONNEMENT DES ZONES ARIDES ET L'IMPACT DES AMENAGEMENTS

[1]BOUREBOUNE L. et [2]BENAZZOUZ M.T.
[1]Université d'Oum El Bouagui lambourbon@yahoo.fr
*[2]Université Mentouri Constantine*mtbenazzouz@yahoo.fr

RESUME
L'écosystème des zones arides est caractérisé par l'irrégularité des précipitations, qui se traduit par des paysages marqués par l'aridité.
L'aridité est la traduction de la combinaison de la faiblesse des précipitations et de la puissance de l'évaporation accentuée par les fortes températures et la fréquence des vents; comment s'exprime l'aridité dans les paysages? Les manifestations physionomiques et dynamiques de l'aridité caractérisent les paysages désertiques de façon remarquable. L'aridité s'exprime alors dans la couverture végétale de faible hauteur et un faible taux de recouvrement.
Cette absence de végétation couvrante et dense permet de souligner la structure géologique et les contrastes topographiques définissant un certain modelé du relief.
C'est dans les zones arides que la dégradation du système hydrographique prend toute son ampleur, les rares pluies très localisées ou de courte durée, n'entraînent pas ici de véritables écoulements dans les talwegs.
Ce système hydrographique porte la marque de l'*endoréisme* qui prend son plein développement ici, où la fréquence et l'ampleur des *sebkhas* et *dépressions fermées* deviennent la marque principale du relief.
La fréquence et l'intensité des vents prennent toute leur ampleur dans cet environnement, et les vents de sables et vents de poussières prédominent dans les régions sèches.
Or, ces régions sèches ne peuvent être exploitées qu'au prix de sérieuses précautions ou d'aménagements hydrauliques coûteux. Les erreurs ne sont pas permises car dans ce type de milieu où la couverture végétale est naturellement fragile, les erreurs d'aménagement aboutissent à une catastrophe. L'exploitation abusive du milieu peut transformer des champs en dunes mobiles particulièrement menaçantes pour les villes et les installations voisines.
La morphogenèse éolienne devient particulièrement destructrice et la dégradation des terres aboutit ici à la désertification, phénomène bien installé en Algérie.
Mots clés : *aridité, sécheresse, désertification, sebkha, endoréisme, dunes, vents, risques naturels, impact des aménagements*

ABSTRACT
The ecosystem of the arid zones is characterized by the irregularity of precipitations, which results in landscapes marked by the aridity.
The aridity is the translation of the combination of the weakness of precipitations and the power of the evaporation accentuated by the strong temperatures and the frequency of the winds; how is the aridity in the landscapes expressed? The physical and dynamic expression of the aridity characterizes the desert landscapes in a remarkable way.
The aridity is expressed then in the vegetation cover is very clear and a low level of covering. This absence of covering and dense vegetation makes it possible to underline the geological structure and topographic contrasts defining some modelled of the relief.
It is in the arid zones that the degradation of the hydrographical system becomes all its extensive, the rare rains very localized or of short duration; do not involve here true flows in the thalwegs.
This hydrographical system carries the mark of the endoreism which takes full development here, where the frequency and the width of the sebkhas and closed depressions become the principal mark of the relief.
The frequency and the intensity of the winds become all their extensive in this environment, and the sand winds and dust storms prevail in the dry areas.
However, these dry areas can be exploited only at the price of serious precautions or expensive hydraulic installations. The errors are not allowed because in this type of environment where the vegetation cover is naturally fragile, the errors of installation lead to a catastrophe. The abusive exploitation of the arid environment can particularly transform fields into mobile dunes which threatening the Saharan cities and public infrastructures.
Aeolian morphogenesis becomes particularly destroying and the degradation of the soils leads here to desertification, phenomenon well installed in Algeria.

Key words: aridity, dryness, desertification, sebkha, dunes, wind, endoreism, natural hazards, impact of management

INTRODUCTION

De part, la rigueur du climat, caractérisé par la sécheresse, les régions arides étaient vouées à une mise en valeur traditionnelle qui se concentrait dans les oasis.
Les conditions limites de cette mise en valeur sont toutefois compensées par une pratique ancestrale d'une complémentarité annuelle entre les terroirs plus cléments et plus humides du Tell algérien et les milieux désertiques du Sahara. Ce type de pratiques agricoles alternées a pu préserver les écosystèmes naturels fragiles sahariens.
L'abandon de la transhumance d'une part, et la généralisation de la mise en valeur agricole aboutissant à faire subir une forte pression sur l'environnement précaire des zones arides.
Cette pression humaine est à l'origine d'une profonde dégradation de l'environnement. En effet, sur les marges arides d'un monde de plus en plus " plein " fortement habité, désertification et risques naturels ont pris une acuité nouvelle. A cet égard, les vingt dernières années ont vu se multiplier sur les marges arides algériennes les catastrophes naturelles (sécheresses récurrentes, inondations fréquentes ...).
L'utilisation de moyens techniques modernes (aménagements hydrauliques, forages profonds, irrigation par pivots) a certes remédié aux conséquences humaines les plus immédiates, mais elle a contribué à en masquer les effets à long terme et surtout elle a pu hâter ou même provoquer la désertification.
L'impact de l'aménagement sur l'environnement des zones arides peut être apprécié à travers les différentes formes de dégradation qui se développent actuellement dans ces régions : salinité, destruction de la végétation naturelle, phénomènes d'ensablement.
Pour être utile, cette recherche suppose donc l'établissement d'un bilan sérieux des différents aménagements et leurs conséquences sur le milieu naturel.
Cette évaluation de ces aménagements et leur impact sur le milieu permettrait alors, une réinterprétation de l'aménagement dans les zones arides en Algérie qui prendrait en compte sérieusement la protection et la préservation du milieu naturel particulièrement sensible ici.

I - LES SPECIFICITES DE L'ENVIRONNEMENT DES ZONES ARIDES

L'écosystème désertique est caractérisé par l'irrégularité des précipitations.

1- L'expression de l'aridité

L'aridité est la traduction de la combinaison de la faiblesse des précipitations et de la puissance de l'évaporation accentuée par les fortes températures et la fréquence des vents; comment s'exprime l'aridité dans les paysages ? Les manifestations physionomiques et dynamiques de l'aridité caractérisent les paysages désertiques de façon remarquable.

1-1- La couverture végétale :

Les formations végétales sont caractérisées par leur faible hauteur, la croissance des plantes est lente et par ailleurs la concurrence entre les racines pour pomper l'eau disponible aboutit à leur faible taux de recouvrement. Deux caractères prédominent ici : le *xérophytisme* au niveau du végétal, assure juste un rythme vital au système foliaire et racinaire, et au niveau de la formation végétale, des formations ouvertes et contractées.

Fig 1 : Le déchaussement des plantes, suite à l'activité éolienne

1-2- Le modèle du relief :

L'absence de végétation couvrante et dense permet de souligner la structure géologique et les contrastes topographiques. Le relief développe ici, de façon claire, des plaines à *inselbergs,* des *hamadas* à escarpements bordiers abrupts, des montagnes et piémonts à glacis d'ablation ou d'accumulation. Le vent, reste l'agent prédominant d'érosion dans les zones arides. Les actions éoliennes traduisent des phénomènes de déflation, d'érosion et d'enlèvement de particules des parties inférieures des sols, des actions de transport ou transit des sables, et des phénomènes d'accumulation. Ce balayage différentiel à la surface du sol, exercé par le vent, finit par mettre en valeur des champs de cailloux ou *regs* sahariens à la suite de l'enlèvement progressif des sables plus fins.
L'importance de la marque du vent dans ces paysages désertiques se traduit par des formes de corrosion : *yardangs* et *roches champignons*, mais aussi par des formes d'accumulation qui constituent des champs de dunes et des ergs, immenses stocks de sable libre.

1-3- Le système hydrographique :

La dégradation du système hydrographique prend toute son ampleur dans les zones arides. Les rares pluies très localisées ou de courte durée, n'entraînent pas ici de véritables écoulements dans les talwegs. Ces faibles précipitations n'engendrent que des ruissellements inorganisés au bas des pentes raides ou sur des glacis, qui s'étalent et s'épuisent avant d'atteindre les lits des oueds.
La quasi-exclusivité de l'endoréisme constitue un des traits spécifiques des régions arides.
Ce système hydrographique porte la marque de l'*endoréisme* qui prend son plein développement ici, où la fréquence et l'ampleur des *sebkhas* et *dépressions fermées* deviennent la marque principale du relief.

1-4- Les actions météoriques :

Dans les zones arides, les formations superficielles s'accumulent en un manteau plus ou moins épais et discontinu, mais il n'existe pas d'agent naturel capable de les mobiliser, c'est pour cela que les déserts concrétisent l'expression des *limites de l'érosion actuelle*.
La mise en évidence de la météorisation dans les zones arides, se confirme par l'existence des formations superficielles car l'intensité des agents atmosphériques n'est pas atténuée par aucun sol, ni aucun couvert végétal. Cette absence de végétation accentue la perte de cohésion des grains par des processus tels que la *thermoclastie*, la cryoclastie et *l'haloclastie*. Par

ailleurs la paralysie due à la sécheresse explique la minceur et la discontinuité des formations superficielles, et justifie la primauté des actions mécaniques, processus majeur de la formation des *regs désertiques*.

2- La notion d'aridité :

2-1- Le déficit du bilan hydrique :

Le déficit du bilan hydrique traduit dans le cas des zones arides, une situation où l'alimentation en eau est inférieure aux besoins potentiels en raison des caractéristiques climatiques, où le poste INPUT, c'est à dire les précipitations, est inférieur à l'OUTPUT, englobant les restitutions dues à l'ensemble constitué par le ruissellement, l'infiltration et l'évaporation.
Les pluies se caractérisent par leur insuffisance et les particularités de leur répartition tant saisonnières qu'accidentelles. Dans les déserts, les pluies se définissent par leur irrégularité interannuelle et par des pluies torrentielles. Tamanrasset, enregistre en moyenne 59 mm de pluie par an, mais certaines années elle reçoit plus de 159 mm et en d'autres années pas plus de 7mm/an.

2-2- Intensité de l'évaporation :

L'évaporation reste liée, aux régions thermiques, particulières, ici et au vent.
Les températures sont élevées (30 à 50 °C) et déterminent des amplitudes thermiques diurnes et annuelles très élevées.
La faiblesse de l'humidité relative se traduit par des déficits de saturation élevée, donc par une forte évaporation. L'évaporation potentielle s'exprime par la tranche d'eau qui serait évaporée à la surface d'une nappe d'eau libre permanente. Cette évaporation dépasse toujours 2 mètres et atteint parfois plus de 4 mètres au Sahara algérien; ces valeurs soulignent bien l'intensité de l'évaporation dans les régions arides. Les conséquences directes de l'intensité de l'évaporation expliquent que les eaux qui s'infiltrent dans le sol mais restent prés de la surface ou eaux superficielles sont soumises directement à une intense et rapide évaporation qui les fait rapidement disparaître.
Après les pluies, les sols restent peu humides, ils sèchent très rapidement même après les grosses averses. De telles conditions d'assèchement rapide des sols sont particulièrement propres à la précipitation des sels dissous.

2-3- Fréquence et intensité du vent

Dans les zones arides, la couverture végétale est des plus réduites, et la plus grande partie de la surface du sol est soumise directement à l'action du vent. Aussi, vents de sables et vents de poussières prédominent dans les régions sèches.

Selon J.DUBIEF (1952) qui a étudié l'occurrence des vents au Sahara, les vents ne sont ni plus forts ni plus fréquents, dans les déserts que dans les régions voisines. C'est ainsi qu'il conclut, qu'au Sahara comme ailleurs, les vents les plus fréquents sont les vents faibles ou modérés, sans grande efficacité géomorphologique.

Les vents violents sont toujours de mêmes directions et soufflent du Nord-Ouest et du Sud-Ouest et ne coïncident pas avec les vents dominants. L'efficacité de l'action du vent a pu être quantifiée par J.DUBIEF (1952) qui a essayé d'évaluer la quantité de sable qui, théoriquement devrait être déplacée en un an, à travers une section verticale de un mètre de largeur et de hauteur illimitée, si tous les vents participaient effectivement au transport du sable.

Les résultats obtenus affichent un maximum de **63,4 m3/an** à In Salah et le minimum **0,9 m3/an** à El Oued; les autres stations variaient de **3 à 10 m3/an.**

La conclusion essentielle à laquelle aboutit J.DUBIEF, c'est qu'il n'a relevé aucune coïncidence entre les directions résultantes obtenues et la direction des ergs sahariens. Ce qui signifie que tout les vents de force déterminé, suffisant pour mettre en principe le sable en mouvement n'influent pas tous sur le façonnement du modelé dunaire, mais seulement une partie de ces vents. Cette observation essentielle confirme l'inadaptation des conditions techniques des mesures anémométriques orientées vers des buts climatologiques et météorologiques, et tout à fait inadaptées pour la géomorphologie.

Ainsi pour que le transport éolien puisse être quantifié de façon rationnelle, il faut prendre en compte l'accroissement de la turbulence prés du sol sous l'effet de l'échauffement en suivant l'expérience de R.A. BAGNOLD (1953).

En effet, R.A. BAGNOLD (1953), montre que les causes de cet échauffement sont la température du sol, plus élevée que celle de l'air dés que le soleil chauffe, et la libération de chaleur par vent de sable, suite à l'impact des grains en mouvement sur le sol.

Cette amélioration fondamentale dans la connaissance de l'action du vent, a incité J.DUBIEF, à orienter ses recherches sur les seuls vents, ayant mis le sable en mouvement. Ainsi définit-il la notion de " *vent de sable* " qui signifie, les vents ayant soulevé des sables de 0,1 à 1 mm à des hauteurs de

0,10 à 1 mètre de la surface du sol. Ces mesures ont permis d'aboutir à une conclusion importante :
Il n'y a pas coïncidence entre la fréquence des vents de sable et la fréquence des vents ordinaires mêmes violents, ce qui permet d'affirmer que *les régions les plus affectées par les vents de sable sont les bordures Nord et Sud du désert saharien* comme le Sud marocain, ou l'Atlas Saharien algérien.
La plupart des vents de sable se produisent lors du passage de dépressions cyclonales sur la bordure Nord du Sahara, en automne et au printemps, et lors des tornades du début de l'hivernage lorsque le front intertropical s'avance sur la marge méridionale du Sahara. Tandis que sur la bordure septentrionale, les vents de sable se déclenchent lors de la formation des perturbations orageuses.
La connaissance des conditions morphoclimatiques des zones arides est primordiale du fait de leur vaste extension en Algérie qui oblige à les mettre en valeur aujourd'hui. Or, ces régions sèches ne peuvent être exploitées qu'au prix de sérieuses précautions ou d'aménagements hydrauliques coûteux. Les erreurs ne sont pas permises car dans ce type de milieu où la couverture végétale est naturellement fragile, les erreurs d'aménagement aboutissent à une catastrophe. L'exploitation abusive du milieu peut transformer des champs en dunes mobiles particulièrement menaçantes pour les villes et les installations voisines.
La destruction irrationnelle de la couverture végétale fragile favorise l'extension des processus géomorphologiques du milieu aride vers les zones de transition et de steppes en Algérie, et ce, avec une intensité accrue, générée par une grande intensité des précipitations.
La morphogenèse éolienne devient particulièrement destructrice et la dégradation des terres aboutit ici à la désertification, phénomène bien installé en Algérie.
Nous chercherons à travers l'étude de la région des Ziban, à comprendre le déclenchement des différentes formes de dégradation du milieu où l'Homme est l'acteur principal, pour les éviter mais aussi pour pouvoir combattre la dégradation du milieu dans cette région.

Fig 2 : La menace de l'ensablement et la perturbation des communications, voie ferrée Biskra -Touggourt

II - FORMES DE DEGRADATION DE L'ENVIRONNEMENT DANS LES ZONES ARIDES ET IMPACT DES AMENAGEMENTS

1 – Les conséquences de la surexploitation des eaux souterraines : cas du Bas-Sahara.

Le Bas-Sahara constitue dans les zones arides d'Algérie une région riche par la diversité et l'importance de ses ressources hydrauliques. Le piémont sud de l'Atlas est irrigué par les oueds descendant des Aurès tandis que les Ziban et l'Oued Rhir le sont à partir de sources : c'est la raison essentielle de fixation des cultivateurs de palmiers depuis l'Antiquité .
L'utilisation rationnelle de ces ressources en eau a contribué à préserver le milieu naturel au cours de plusieurs siècles. Mais cette stabilité de l'environnement est rompue à la suite de l'augmentation inconsidérée des prélèvements sur les oueds des Aurès, l'exploitation intensive de la nappe phréatique et surtout les forages nombreux réalisés dans les Ziban et la vallée de l'oued Rhir dans les vingt dernières années.
La transformation et la dégradation de l'environnement oasien apparaissent avec le tarissement des sources et l'abaissement irréversible de la nappe phréatique.

Il est utile de rappeler que les oasis fonctionnaient uniquement par des prélèvements de la nappe phréatique dans le Souf et les Ziban avant la colonisation française.
Ces prélèvements sur les écoulements superficiels et souterrains ne modifiaient en rien les phénomènes naturels à la suite de la faible implantation humaine de l'époque.
Le développement durant la période coloniale s'accompagnera de profondes perturbations du milieu naturel.

1-1- *L'abaissement du niveau de la nappe phréatique*

Depuis le début du siècle, on assiste dans la région du Souf à une diminution du niveau de la nappe phréatique évaluée de 0, 5 mètre à 2 mètres à El Oued, ce qui affecte directement les palmiers car leurs racines n'arrivent plus au niveau de l'eau, condamnant définitivement la vie végétative.
Les causes principales de l'abaissement de la nappe sont liées à :

- Une augmentation de la consommation due à une extension des cultures
- Une diminution de l'alimentation de la nappe

1-2- *Les conséquences de la disparition de l'artésianisme*

La région des chotts, Mérouane, Melrhir, fonctionne comme un immense exutoire pour toutes les eaux captives du Bas Sahara. D'autres exutoires naturels ont fonctionné par le passé : il s'agit d'un réseau de fissures qui dans l'Oued Rhir amenaient à la surface du sol les eaux des nappes du Mio-Pliocène sous forme de *sources artésiennes* tandis que dans les Ziban ces failles sont à l'origine de sources artésiennes issues des calcaires du Sénonien et de l'Eocène .
Cette situation va changer dès la fin du XIXème siècle avec la prospection pétrolière menée par les Français ; la multiplication des sondages se solde par des jaillissements plus nombreux et des débits plus élevés qui va se poursuivre aussi au début de ce siècle, accroissant les ponctions dans les nappes. Les effets de ces forages trop rapprochés finissent par abaisser les débits mais aussi provoquent le tarissement complet de plusieurs forages. Des mesures effectuées sur la baisse des débits montrent que les oasis les plus affectées sont celles où l'exploitation est la plus ancienne, tel est le cas d'Ouargla où les débits jaillissant ont complètement disparu.
Aujourd'hui, le niveau piézométrique de la nappe stationne entre 130 et 135 mètres, soit nettement au dessous du sol de l'oasis d'Ouargla.
Il est intéressant de signaler un niveau hydrostatique supérieur de 20 mètres au niveau actuel au cours du XII ème siècle où l'oasis de Sédrata fut

abandonnée, cette oasis était alimentée par des puits artésiens situés à 10 mètres au dessus de l'altitude d'Ouargla.
D'autres exemples peuvent être cités : dans la région de Touggourt on note une baisse d'un mètre entre 1930 et 1950 , alors que pour la période de 1950 à 1955 le rythme de l'abaissement de la nappe atteint la valeur de 0,50 mètre / an . L'oasis de M'Ghair enregistre une baisse de la nappe estimée à 5 mètres et ce, entre 1927 et 1947 suivie d'une nouvelle chute de 5 mètres en 1950 après le forage d'un puits atteignant la même nappe dans l'oasis d'Ourir dont l'altitude est inférieure de 12 mètres à celle de M'Ghair.
Les oasis du Zab Rharbi connaissent des perturbations hydrauliques graves suite à l'abaissement de la nappe. En 1900, le nombre de sources était de 80, il n'en reste aujourd'hui qu'une dizaine ; la cause essentielle de la disparition des sources c'est les forages.

1-3- *Le développement du pompage*

L'abaissement général du niveau piézométrique conduit à un développement du pompage.
Le pompage peut être utilisé comme un appoint pour des débits devenus insuffisants mais peut souvent remplacer des débits artésiens disparus et constitue alors un danger réel pour le maintien de l'équilibre hydraulique régional. Le déclenchement d'un pompage dans une nappe provoque un rabattement du niveau de pression qui peut être rétabli dès l'arrêt du pompage.
Or, on constate et ce, à la suite de plusieurs années de pompage continu que le niveau piézométrique ne retrouve plus sa position initiale.
Il apparaît ainsi, que l'évolution hydraulique du Bas-Sahara est marquée par de profondes transformations par rapport à la situation traditionnelle.
Le problème hydraulique majeur au Bas-Sahara réside dans la grande modification des équilibres hydrostatiques où la disparition progressive de l'artésianisme entraîne la ruine et la disparition de certaines oasis aux conséquences économiques et sociales souvent catastrophiques.

1-4- *L'âge des aquifères au Sahara*

L'ensemble des ressources hydrauliques dans le Sahara s'avère fossile.
En effet, l'étude menée par l'UNESCO de 1968 à 1972 a confirmé que l'alimentation actuelle des aquifères par les pluies tombant sur la périphérie est de même ordre de grandeur que les prélèvements actuels. L'âge de ces eaux fossiles a pu être évalué entre **100 000 et 500 000 ans** (Guendouz A. 1985) .Leur taux de renouvellement est considéré comme très faible : une recharge actuelle existe bien mais est estimée de la dizaine d'années à

quelques siècles sur les zones d'alimentation situées au M'Zab et dans l'erg oriental.
L'intérêt de ces études signifie que toute exploitation plus intensive se fera au détriment des réserves fossiles constituées pendant les périodes pluvieuses du Quaternaire.

2 – Les causes d'échec de quelques aménagements récents

L'absence d'un diagnostic précis des multiples atteintes du milieu naturel soumis actuellement aux aléas de la désertification explique les échecs de nombreux aménagements.

2-1- *La plaine d'El Outaya*

C'est une vaste plaine culminant à 190 mètres d'altitude qui se développe juste au nord de Biskra. La richesse en eau et en sols explique sa mise en valeur ancienne. L'état actuel de cette plaine accuse un taux élevé d'ensablement affectant plus de 60 % de la superficie de la plaine.
Comment est on arrivé là ?
Nos recherches menées sur le terrain nous ont permis de cerner de plus près la physionomie de la plaine. La découverte d'indices de morphogénèse éolienne confirme une réelle emprise de l'activité éolienne à la surface de la plaine. En effet, on peut facilement reconnaître des aires de déflation, des aires d'accumulation et des zones de piégeage des sables.
Nous avons découvert aussi l'existence de deux *paléosebkhas* localisées à la terminaison occidentale et sur la bordure méridionale de la plaine. Ces paléosebkhas se localisent exactement dans la principale direction de migration des sables à travers l'Atlas Saharien.
La méconnaissance de la dynamique particulière de cet environnement aride conduit fatalement à certaines perturbations graves de l'aménagement que nous essayerons d'expliciter rapidement.
Très tôt, les hommes ont été amenés à mettre en valeur des fonds de sebkhas, pour la platitude du relief et la présence de formations meubles ; cette transformation du milieu naturel provoque en fait, la réduction voire la disparition de l'*aire de transit des sables* qui vont être piégés par la végétation de ces nouveaux champs très vite ensablés. Plus dangereux encore, les effets induits par cet aménagement se traduisent par une fourniture supplémentaire de sable dans ce couloir éolien mais aussi, par un ensablement insidieux des oasis des Ziban, dans le Zab Gharbi, bien au delà des limites de la plaine d'El Outaya.
Les conséquences de cet ensablement généralisé dans la plaine d'El Outaya ne semblent pas avoir inquiété les Autorités locales pour qui, la désertification, n'est pas un phénomène connu dans la région.

C'est ainsi, qu'un périmètre d'irrigation de **1530 hectares** est prévu dans la partie orientale de la plaine à partir du barrage de Fontaine des gazelles sur l'oued El Hai.
Or, le site de cet aménagement se trouve exactement dans l'aire de transit des sables des flux éoliens transatlasiques : ce périmètre se trouve sur un cône très aplati comportant des sols limono-argileux.
Ces conditions sont idéales pour faciliter le fonctionnement d'un transit maximum de sables car aucun obstacle ne bloque sa migration .Le risque se manifeste lors d'une mise en culture avec l'apparition d'une couverture végétale et l'humidification du sol : cette mise en exploitation du périmètre provoque l'arrêt de la migration naturelle des sables et la conséquence réside dans la transformation du périmètre en champs de dunes.
D'autre part, la plaine d'El Outaya est caractérisée par des sols très salés. La salure anormalement élevée de ces sols n'est qu'un phénomène récent qui est apparu lors de la période coloniale et suite à une irrigation intensive à partir des eaux de l'oued El Hai .
Le bassin de l'oued El Hai est affecté par la présence d'un diapir de sel , le *djebel el Melah* situé juste au Nord de la plaine .
L'impact du djebel El Melah se traduit par la forte salure des eaux de l'oued El Hai.
Les causes de la salure de la plaine résident dans la mise en valeur coloniale qui assurait l'irrigation de la partie occidentale du cône de l'oued el Hai à partir de prises d'eau ou canaux, c'est à dire la pratique d'une irrigation par des eaux salées.
Le phénomène de la salinité est encore accentué par l'absence de système de drainage des eaux usées que l'on déversait directement dans la plaine.
Face à cette pollution de la plaine occidentale, la partie orientale du cône développe alors des sols très fertiles à fortes potentialités, mais ne semble pas avoir retenu quelques intérêts pour un aménagement ou une mise en valeur.

CONCLUSION

La connaissance des conditions morphoclimatiques des zones arides est primordiale du fait de leur vaste extension au Sahara qui oblige à les mettre en valeur aujourd'hui. Or, ces régions sèches, où les fluctuations climatiques et les sécheresses répétées sont reconnues, ne peuvent être exploitées qu'au prix de sérieuses précautions ou d'aménagements hydrauliques coûteux. Les erreurs ne sont pas permises car dans ce type de milieu où la couverture végétale est naturellement fragile, les erreurs d'aménagement aboutissent à une catastrophe.
L'exploitation abusive du milieu peut transformer des champs agricoles en dunes mobiles particulièrement menaçantes pour les villes et les installations voisines.
En dépit de la sécheresse et de l'aridité , le Sahara algérien bénéficie de ressources hydrauliques très importantes qui ont favorisé l'épanouissement de plusieurs civilisations qui marquent encore des villes sahariennes comme Ouargla, Ghardaïa , El Oued, Biskra …
Ces sociétés anciennes ont pu utiliser de façon rationnelle les potentialités de ce milieu aride tout en préservant l'environnement de toute forme de dégradation.
Les risques naturels au Sahara dont le plus médiatisé reste le phénomène de *désertification* n'étaient pas connus par les sociétés anciennes alors que ces phénomènes sont d'actualité en Algérie.
Comment expliquer ce renversement d'équilibre de l'environnement au Sahara ?
Le nouvel intérêt des régions arides justifie les nombreux programmes d'aménagement et de mise en valeur en cours avec une pression humaine de plus en plus forte.
Cette recherche dresse un constat d'échec des différents aménagements qui sont à l'origine d'une dégradation avancée de l'environnement aride qui s'exprime par des phénomènes de salinité des sols, d'ensablement de certaines oasis mais aussi, de l'abandon de quelques oasis dans les Ziban, dans la région d'Ouargla. Les dernières inondations d'In Guezzam , de Ghardaïa, Béchar, Adrar, confirment encore des erreurs d'aménagements où l'extension urbaine n'a plus de limites et se développe dans les lits des oueds sahariens connus pour être secs pendant longtemps mais pouvant générer des crues meurtrières par la rapidité de l'écoulement des eaux mais aussi, par l'extrême soudaineté de la crue.
Il est clair que la connaissance précise du milieu aride fait défaut dans tous les cas, pourtant des études très élaborées existent mais les données restent un handicap majeure car datant déjà de plusieurs dizaines d'années. Ces données restent valables pour la connaissance des évènements passés, il

s'avère important de les réactualiser par la réalisation d'un réseau de stations de mesures des différents paramètres de l'environnement saharien.
Les ressources naturelles au Sahara sont limitées mais surtout fossiles et non renouvelables, on n'a pas le droit de les gaspiller aujourd'hui et priver les générations futures de ces richesses.
L'exploitation de ces ressources doit se réaliser dans le cadre d'un programme strict de préservation et de protection de l'environnement aride dans une optique de mise en œuvre d'un *développement durable* au Sahara au delà de l'exploitation exclusive des ressources énergétiques, unique solution pour le maintien du bien être des populations sahariennes algériennes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BAGNOLD R.A. (1941) – The physics of blown sands and desert dunes . Methuen & Co., Ltd., London. 265 p.
BAGNOLD R.A. (1951) – Formes des dunes de sable et régime des vents. Coll. Int. CNRS., 35 , Alger, p 23-32 .
BAGNOLD R.A. (1954) – The physical aspects of dry deserts. In : J.C. Cloudsley-Thompson Edit., Biology of deserts., 7-12 .
BARADEZ J. (1949) – Fossatum Africae, Arts et métiers Graphiques, Paris , 377 p.
BENAZZOUZ M. T (1986) - Recherches géomorphologiques dans les hautes plaines de
l'Est algérien. Thèse doctorat 3è cycle, Paris I, 268 p.
BENAZZOUZ M. T (1993) - L'endoréisme dans les hautes Plaines algériennes: Origine et impact dans les mécanismes de la désertification, In colloque en l'honneur du Professeur R. COQUE. Paris 11 et 12 février 1993 : Les milieux arides et semi-arides : héritages et dynamiques actuelles. Publication du Centre de Biogéographie et Ecologie, ENS Fontenay Saint-Cloud.
BENAZZOUZ M.T. (1987) - A comparative study of the lunettes in the Tarf and Hodna basins.(Algéria). International Geomrphology , 1986, part.II , John Wiley, Chichester, 1217-1229.
BENAZZOUZ M.T. (1994) - Etude des interactions relief-migrations éoliennes de sables dans la région de M'Doukal (Algérie) , rev. Méditerranée n. 3-4 , pp 51-58 .
BENAZZOUZ M.T. (1996) - The causes of desertification in the northern Algerian Sahara. Geomorphic hazards, edited by O.Slymaker. John Wiley,183-195.
BENAZZOUZ M.T. (1997) – Morphogénèse éolienne et désertification dans les monts des Ziban , Algérie . Fourth International Conference on Geomorphology , Bologna,Italy, 28 August-3 September 1997 .

BIREBENT J. (1964) - Aquae Romanae, thèse université, Alger, 523p.
BLANCHET M. (1898) – Excursion archéologique dans le Hodna et le Sahara . R.N.M.Soc. Arch. Départ. Constantine, 6 , 33 , p 285-319.
BOULAINE J. (1954) – La sebkha de Ben Ziane et sa lunette ou bourrelet, exemple de complexe morphologique formé par la dégradation éolienne des sols salés . Revue de Géom. Dynamique. N°3 , pp 102-123.
BOYE M., MARMIER F., NESSON C., TRECOLLE G., (1978) – Les dépôts de la sebkha Mellala (Ouargla, Sahara algérien) . Rev.géom. dyn. 28, 2-3 , pp 49-62.
BOWLER J.M. (1973) – Clay dunes : their occurrence, formation and environmental significance. Earth Science Review. 9, p. 315-338.
CHABIN J.P (1982) - L'homme et le milieu naturel à l'époque historique contemporaine (1850-1980) sur les confins sahariens de l'est algérien: région des Nememcha. Thèse doctorat 3è cycle, Dijon, 520p.
COQUE R (1962) - La Tunisie présaharienne. Etude géomorphologique. Thèse Paris, A. Collin , 476p.
COQUE R. , GACHELIN C. , (1975) - Problèmes géomorphologiques du Bas-Sahara algéro-tunisien . Etudes géogr. Offertes à G. Viers : 161-169 .
DESPOIS J. (1953) – Le Hodna (Algérie) , P.U.F. , Paris, 409p.
DREGNE H.E. (1983) – Desertification of Arid Lands. Advances in deserts and Arid Lands.
Technology and development , Harwood Academic publications, New York, 3 , 242 p.
DUBIEF J. (1953) – Essai sur l'hydrologie superficielle au Sahara . Thèse Sciences , Alger, 457p .
DUBIEF J. (1963) – Le climat du Sahara. 2 tomes, Institut de Rech.Sahar. mémoire h.s.
EL BEKRI A.O. (1965) – Description de l'Afrique septentrionale, trad. de Slane , Adrien-Maisonneuve, Paris, 405 p.
ESTORGES P. , AUMASSIP G. , DAGORNE A. , (1969) - El Haouita,un exemple de remblaiement fini-wurmien, Libyca, XVII, 53-92, Alger.
GUENDOUZ A. (1985) - Contribution à l'étude géochimique et isotopique des nappes profondes du Sahara N.E septentrional algérien. Thèse 3è cycle, Paris-Orsay, 243p.
LE HOUEROU H.N. (1987) – Aspects météorologiques de la croissance et du développement végétal dans les déserts et les zones menacées de désertification. ONM , PNUE , Genève , n° 194 , 57 p.
LE HOUEROU H.N (1992) - Recherches biogéographiques sur les steppes du Nord de l'Afrique. Thèse doctorat d'Etat, université Paul Valéry - Montpellier, 1992.

LE HOUEROU H.N (1993) – Changements climatiques et désertisation. Sécheresse n° 2 , vol. 4 , p 95-11 .
LESCHI L. (1943) – Le « Centenarium » d'Aqua Viva près de M'Doukal (Commune mixte de Barika) Revue Africaine, n° 394-395 , p 5-22 .
LESCHI L. (1957) – Une assignation de terres en Afrique sous Septime Sévère, Etudes africaines , Arts et Métiers Graphiques, Paris, p 75-79 .
LETTAU K. & LETTAU H. (1969) – Bulk transport of sand by barkhans of Pampa de la Joya in Southern Peru . Z.Geomorphology. N.F. 13 , 182-195 .
MAINGUET M . (1982) – Les dunes d'érosion : signification morphodynamique et climatique de leur existence . Würzb. Geogr.Arb., vol.56, p 79-92 .
NESSON C. (1978) – L'évolution des ressources hydrauliques dans les oasis du Sahara algérien . Paris , Editions du CNRS , pp 17-91 .
SHAW B.S. (1981) – Climat, environment and history : the case of Roman North Africa , in Climate and history studies in past climates and their impact on Man , T.M.L. Wigley,M.J. Ingram , G. Farmer eds, Cambridge Univ. Press, p 379-403 .
UNESCO (1972) - Projet «ERESS» Etude des ressources en eau du Sahara septentrional Rapport final, Paris.
UNESCO (1977) – Carte de la répartition mondiale des régions arides : notice explicative . Notes et techniques du MAB 7 , 50p.
WASSON R.J. & NANNINGA P.M. (1986) – Estimating wind transport of sand on vegetated surfaces . Earth Surface Processes and Landforms, 11 , p 505-514 .
WILLIAMS G.E. (1970) - Piemont sedimentation and late quaternary chronology in the Biskra region of the Northern Sahara, Z.f. geom. N.F. , 10, 40-63, Berlin .

AXE I

Environnement Aride

et Gestion Intégrée

des Ressources Naturelles

ORIGINES DE LA SALINITE DES EAUX ET SON IMPACT SUR LE SOL D'UNE REGION A VOCATION AGRICOLE : CAS DE LA PLAINE DE TEBESSA (N.E. ALGERIEN).

L.DJABRI[1]*- A.HANI*- B.AOUN SEBAITI. M.MAHIA***
[1]Djabri_larbi@yahoo.fr.*
** Département de Géologie. Université d'Annaba. Algérie.*
*** Université de Skikda. Algérie*

RESUME
La région étudiée a vocation agricole. Les eaux destinées à l'irrigation montrent une variation de la conductivité électrique, atteignant des valeurs très élevées de 14 000 µs/cm, les rendant impraticables pour l'irrigation. L'étude réalisée montre que cette salinité dépend de deux facteurs importants :
-Le sens de l'écoulement des eaux,
-Les sols traversés par les eaux lors de leurs écoulements.
La cartographie piézomètrique réalisée a monté des écoulements de direction Est Ouest avec des affleurements de la nappe dans le secteur de Tébessa, cet affleurement est engendré par l'effet de substratum se produisant dans cette zone.
En surface, on remarque que la nature des sols change, en effet aux sables de la zone de Bekkaria succèdent des argiles sableuses passant ensuite à des argiles seules expliquant donc la présence de l'effet de substratum remarqué au niveau de la piézométrie et l'élévation de la conductivité remarquée au niveau du puits Bestandji. Plus à l'Ouest, nous observons un passage vers les sables qui deviennent mêlés à des graviers caractérisant l'influence des formations calcaires, rendant la perméabilité élevée et par conséquent se traduisant par une baisse de la conductivité.
Pour les pratiques agricoles, nous allons avoir trois types de zones :
Une première où les cultures peuvent etre pratiquées sans risque et donc sans contrôle particulier de la conductivité car les sols sont perméables, c'est le cas des zones extrêmes Est et Ouest de Tébessa.
La deuxième zone caractérisée par une conductivité plus élevée et se localisant de part et d'autre de la ville de Tébessa. Le contrôle de la salinité est très recommandé.
La troisième zone se situe au niveau de la ville de Tébessa, les conductivités sont hyper élevées et aucune pratique agricole n'est tolérée.
Ces variations de conductivités sont induites par le climat en surface, car la région se caractérise par une forte évaporation mais en profondeur la variation des faciès du sol reste la principale source des variations observées.
Mots clés: Tébessa, conductivité, perméabilité, effet de substratum, piézomètrie.

INTRODUCTION

La région d'étude jadis verdoyante se caractérise aujourd'hui par la présence de cultures éparses. Cette disposition serait liée soit à la nature du sol soit à la salinité des eaux. En effet cette dernière l'influence directement le sol et les réduit les pratiques culturales. Par le biais des informations recueillies à partir des analyses chimiques réalisées sur les eaux de la région et les valeurs de la conductivité des eaux mesurées sur les puits nous tenteront de mettre en évidence l'impact de la salinité des eaux sur le sol et par conséquent les choix des cultures à réaliser.

CADRE DE LA REGION ETUDIEE

CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

Tébessa ville frontalière avec la Tunisie, est située à l'extrême Nord-Est algérien (fig. 1), aux portes du désert, à environ 230 km au Sud de Annaba sur la côte méditerranéenne. La région est limitée au Sud par le secteur de Biskra, à l'Ouest par celui de Constantine et à l'Est par la frontière tunisienne. La région de Tébessa est caractérisée par un climat semi-aride. Les précipitations annuelles peuvent y atteindre 400 mm/an. L'évapotranspiration réelle (E.T.R) est de l'ordre de 350 mm/an. La réserve facilement utilisable (RFU) étant de 25 mm, le bilan hydrique montre que l'infiltration efficace est de 28mm/an,par contre le ruissellement atteint 22mm/an.

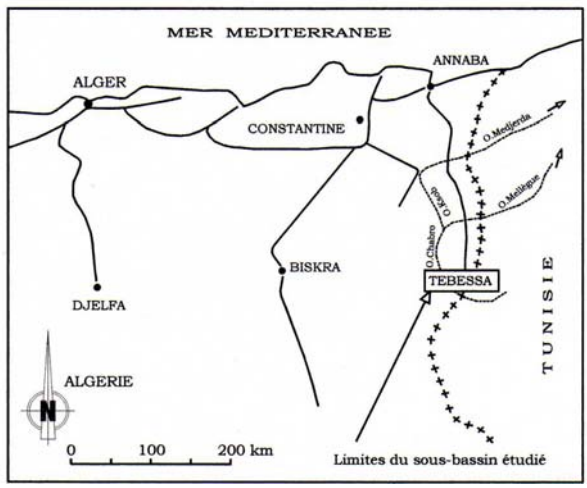


Figure 1 : Situation géographique de la région étudiée

APERCU GEOLOGIQUE

Les formations géologiques (fig.2) à l'affleurement((d'après C.G.G 1970) sont très diverses avec dans la plaine ,des ensembles hétérogènes argilo sableux (alluvions,sables argiles) et sur les zones périphériques, les calcaires du Crétacé supérieurs (Turonien, Mæstrichtien) .La colonne stratigraphique schématique des formations du système aquifère est établie des plus récentes aux plus anciennes, c'est à dire du haut vers le bas comme suit :

- un ensemble de formations actuelles avec:

- **des Alluvions actuelles et récentes**: peu puissantes, constituées de cailloutis et de carbonates riches en Ca^{++}, Mg^{++} et HCO_3^-,
- **des Limons récents**: représentées par des horizons résultant de l'altération et du lessivage des marnes environnantes (riches en Ca^{++}, Na^+, Cl^- et SO_4^{2-}) ,
- **les Alluvions anciennes ou Croûte calcaire formées de**: calcaire blanchâtre, parfois rosé, souvent d'aspect concrétionné cimentant des éléments calcaires brèchiques (riches en Ca^{++}, Mg^{++} et HCO_3^-),
- **des Brèches et Cailloutis d'épandage ancien** : plus ou moins encroûtée sont considérés comme des formations de pentes; les éléments carbonatés sont anguleux (riches en Ca^{++}, Mg^{++} et HCO_3^-),
- **le Plio-quaternaire**: dont les éléments sont émoussés, une mauvaise sphéricité et cimentés par des argiles, riches en Ca^{++}, Na^+, Cl^- et SO_4^{2-},
- **le Pliocène**: constitué d'argiles rouges et de conglomérats sableux riches en Ca^{++}, Na^+, Cl^- et SO_4^{2-}
- **le Miocène**: formations sableuses souvent associées à des argiles ou à des marnes, riches en Ca^{++} et Cl,
- **l'Eocène**:constitué de calcaire , peu développé dans la région ,riche en Ca^{++}, Mg^{++} et HCO_3^-
- **le Crétacé** : représenté par des calcaires fissurés, en périphérie,
- **le Trias**: au sein du Djebel Djebissa dont il forme le cœur du relief, arqué par sa richesse en Ca^{++} et SO_4^- .

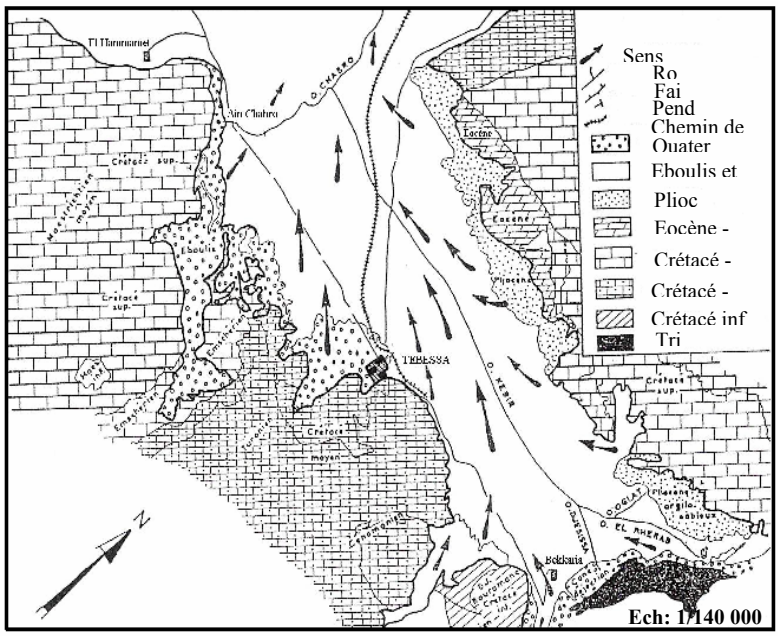


Fig. 2. Carte Géologique de la région étudiée.
D'après CGG 1970. In Diabri 1987

PIEZOMETRIE :

Les cartes piézométriques établies ont montré un écoulement global dirigé d'Est en Ouest, avec un drainage très important et très localisé de la nappe par l'oued Kébi. Cette situation pourrait être engendrée par la rétention de l'eau dans les secteurs périphériques ralentissant ainsi l'écoulement vers le centre de la plaine ; un tel ralentissement pourrait être lié à la géométrie du substratum qui comporte des lignes de surfaces d'écoulement plus discrètes que les formations meubles et peu consolidées, superficielles ; il y a apparition d'un effet de substratum. Cet effet de substratum joue le rôle de barrière, favorise les échanges entre les roches et l'eau d'où leur contamination : l'eau libère le Ca2+ et capte le Na+, entraînant l'augmentation de la salinité. En période de sécheresse par contre les fortes températures accroissent l'évaporation provoquant une augmentation de la salinité des eaux. Cette situation résulterait des apports d'eau du secteur oriental où les formations triasiques sont très présentes tant à l'affleurement qu'en profondeur (fig.3). Nous avons également noté la faible profondeur de la nappe qui peut être localement à l'affleurement particulièrement dans le secteur situé entre Bekkaria et Tébessa

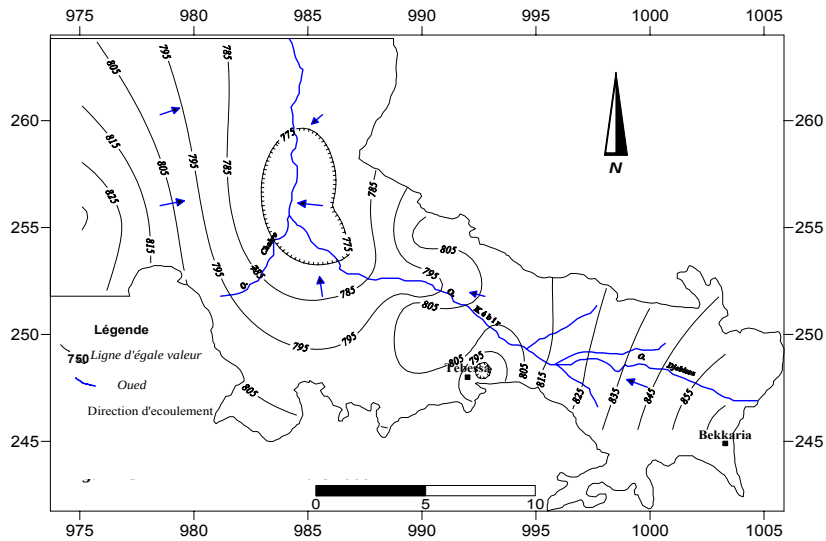


Fig. 3. Carte piézomètrique de la nappe superficielle de Tébessa (2006).

MATERIEL ET METHODES

Pour réaliser cette étude, nous avons utilisé les analyses chimiques d'eau prélevées en 1974 (basses et hautes eaux) et au mois d'octobre 1999, effectuées par absorption atomique à flamme pour les cations et par colorimétrie pour les anions. Les paramètres physico-chimiques (pH, température et conductivité) ont été mesurés in situ à l'aide d'un appareil WTW (multiline P3 PH/LF-SET).

RESULTATS ET DISCUSSIONS :

DONNEES STATISTIQUES DES CONCENTRATIONS DES IONIQUES :

Le tableau 1 montre les modifications des concentrations au cours des trois périodes d'observation. Les apports importants au cours de la période des hautes eaux entraînent des variations des concentrations en chlorures, sulfates, sodium et calcium marquées par une plus grande dilution alors qu'en périodes de basses eaux où les concentrations sont supérieures .Le magnésium reste faible pour les trois périodes. Notons également que les

concentrations en calcium et en magnésium sont analogues au cours des deux périodes (HE 74 et BE 74) avec une légère augmentation des concentrations en BE 74. Les concentrations observées pour les deux périodes considérées en 1974 (les mêmes) sont probablement engendrées par les précipitations presque identique qui sont tombées au cours des mois d'observation (Pavril-mars = 55.2 mm , Pjuillet-aout = 49.1 mm), ces valeurs des précipitations très proches au cours des périodes d'observation expliquent la faible variation observée, contrairement à cela l'année 1999 a été marquée par une sécheresse, les précipitations enregistrées sont de 229 mm contre 360 mm pour l'année 1974, ce qui représente une perte de l'ordre de 37 % celle ci se répercute sur les concentrations d'où l'accroissement observé en BE99.

Tableau 1 : Données statistiques des concentrations des ioniques.

Périodes	Eléments/Caractéristiques	Min	Max	Moyennes	Ecarts types
Hautes eaux	$[Cl^-]$	1	713	141,2	159,8
1974(HE74)	$[SO_4^{2-}]$	42	1550	248,8	299,7
n=40,	$[HCO_3^-]$	54	415	253,5	104,5
	$[Ca^{2+}]$	8	170	85	49,6
mois de	$[Mg^{2+}]$	4	86	37,2	23,3
Mars-Avril	$[Na^+]$	12	1130	155,6	233
Basses eaux	$[Cl^-]$	1	274	105,3	79,8
1974(BE74)	$[SO_4^{2-}]$	42	1000	202,4	196,1
n=38	$[HCO_3^-]$	120	520	261	95,9
	$[Ca^{2+}]$	8	202	89,8	44,4
mois de	$[Mg^{2+}]$	5	95	43	25,3
Juillet-Aout	$[Na^+]$	8	261	87,5	69,4
Mois	$[Cl^-]$	35,5	1342	419,1	853,4
d'Octobre	$[SO_4^{2-}]$	120	2500	503,4	554,2
1999	$[HCO_3^-]$	25,8	511,6	290,9	78,2
	$[Ca^{2+}]$	69	430,8	150,3	88,3
(BE99)	$[Mg^{2+}]$	19,3	296,8	94,5	61,3
n=35	$[Na^+]$	23	2700	211,3	465,9

Entre les deux périodes considérées, on remarque un accroissement des concentrations pour touts les éléments, ce qui entraîne une augmentation de la conductivité (salinité) des eaux et des sols.

ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES:
Afin de définir les familles des eaux en compétition dans la zone d'étude, nous avons réalisé une analyse en composantes principales. L'observation du cercle (fig.4), montre pour le cercle 1, formé par les axes FI et F2, et fournissant près de trois-quarts de 1'information (74,3%).
Le facteur F1 (Fig. 4), avec 45,5% de 1'information, oppose les eaux fortement minéralisées aux eaux polluées par les nitrates. La minéralisation observée est engendrée par une contamination liée à la dissolution des minéraux des formations géologiques particulièrement le trias gypsifère .Suivant l'axe F2, deux types d'eaux sont distingués, les eaux bicarbonatées résultant de la dissolution de la dolomite et les eaux chlorurées dont l'origine serait liée au climat (évaporation des eaux par capillarité) et à l'effet de substratum mit en évidence par la cartographie.
Ces eaux contiennent en outre du calcium ou du sodium. La dissolution du gypse ou de l'anhydrite enrichit les eaux en sulfates. L'association nitrates - potassium indique une origine liée à l'utilisation d'engrais potassiques.

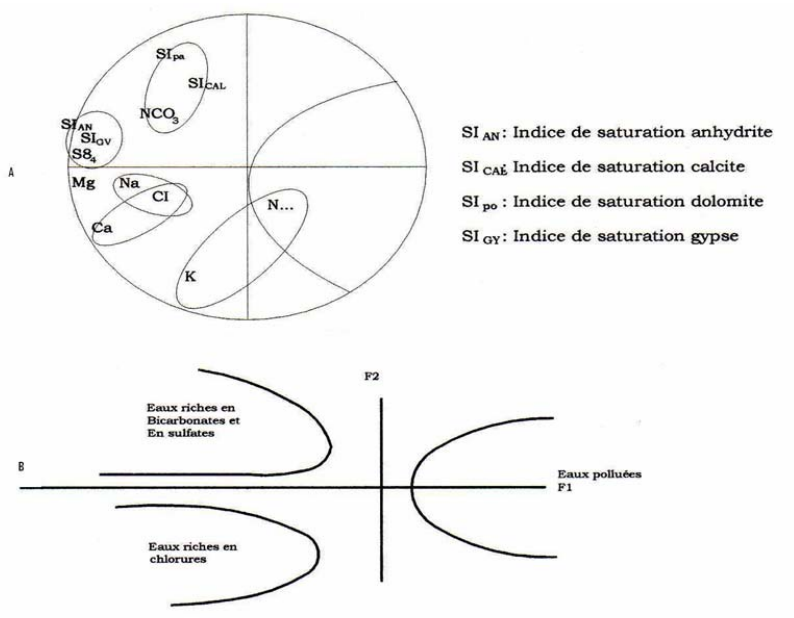


Fig-4 : Analyse en composante principales (cercle et individus).

Répartition spatiale des conductivités et leur influence sur le sol et les cultures :

La carte des conductivités élaborée par la méthode de krigeage. Les mesures ont été réalisées sur le terrain et ont portées sur une cinquantaine de puits domestiques.

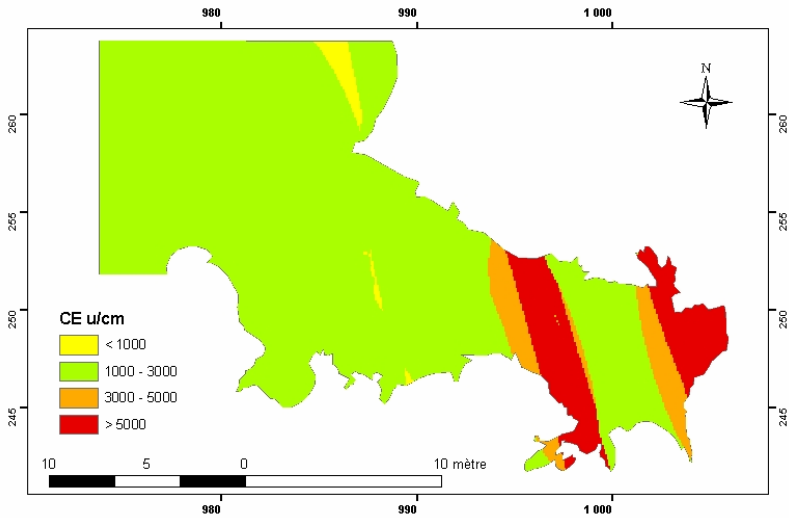


Fig-5 : Carte de la Conductivité réalisée par krigeage ordinaire.

L'observation de la carte (fig.5), montre que la conductivité des eaux de la région oscille entre 1000 et 500 µs/cm. La classe de CE comprise entre 1000 et 3000 µS/cm marque la presque totalité de la zone d'étude. La classe des eaux de forte salinité (CE> 5000 µS/cm) se localise à l'Est de la zone d'étude (secteur de Djebissa) et un peu au centre de la plaine. Les classes comprises entre (1500 à 2000 µS/cm et 2000 à 3000 µS/cm) marquent le centre de la plaine. Cette variation des conductivités entre la zone amont (Djebissa) et la zone aval, serait due au phénomène de dilution et au changement de faciès. En effet en s'éloignant de Djebissa, il y a une arrivée d'eaux par les bordures latérales, le mélange entre les eaux d'origine triasique, entraîne une baisse de la conductivité. Parallèlement aux formations triasiques succèdent des sables, des argiles, imbibant aux eaux d'autres faciès chimiques.

Variations des faciès chimiques des eaux de la nappe superficielle :
La nappe étudiée est située à quelques mètres de profondeurs, de ce fait la qualité des eaux varie d'une période à une autre, ainsi les faciès chimiques, ne seront pas les mêmes. A titre indicatif et selon les analyses effectuées nous avons déterminés les faciès chimiques suivants (tableau 2) :

Tableau 2 : répartition des faciès chimiques au cours des périodes d'analyses.

Faciès chimiques	**Nombre en période de hautes eaux**	**Nombre en période de basses eaux**
Sulfaté calcique	*	6
Sulfaté sodique	1	3
Chloruré sodique	5	3
Bicarbonaté sodique	4	2
Bicarbonaté calcique	5	5
Sulfaté magnésien	*	3
Chloruré calcique	1	1
Bicarbonaté magnésie	1	1

Les faciès chimiques déterminés montrent une variation de la qualité des eaux entre les deux périodes considérées. On remarque une augmentation des faciès caractérisant les eaux sulfatées particulièrement en période de basses eaux, ce qui montre l'influence des formations évaporitiques sur les eaux.

ORIGINES DE LA MINERALISATION :
Le dépouillement des analyses de BE99 a permis de connaître la composition chimique des eaux. Une domination des éléments Ca2+, Na+,Cl- et SO2-, a été observé particulièrement au centre de la plaine. Ceci peut résulter d'une augmentation de la dissolution de NaCl et de CaSO4. Les apports latéraux (confirmés par les relevés pièzométriques) sur les bordures Nord, Sud et Est, constituent probablement une source de salinité des eaux. Les échanges eau-roches pourraient être en partie à l'origine de la mise en solution d'ions des minéraux accélère le processus de minéralisation des eaux.

PROCESSUS DE MISE EN SOLUTION :
Pour expliquer les mécanismes d'acquisition de salinité nous avons utilisé les paramètres définis en thermodynamique. La valeur calculée de l'indice de saturation (IS) met en évidence la contribution des minéraux des formations environnantes vis à vis de la salinité des eaux de la zone d'étude.

Notion d'Indice de saturation

D'après la loi d'action de masse, pour une solution aqueuse en équilibre avec un minéral, le produit d'activité ionique **(PAI**) du minéral est égal à la constante d'équilibre **(Ksp**) thermodynamique. Le degré de saturation d'une eau peut être représenté par un indice de saturation (IS).

$$IS = \log (PAI/Ksp)$$

La constante K, caractérise l'équilibre qui s'établit dans un système réversible quand il cesse d'évoluer (température standard).
IS sera respectivement nul, positif et négatif pour une solution en équilibre avec la phase solide minérale considérée, pour une sursaturation et pour une sous-saturation vis-à-vis des éléments ioniques concernés.

Application aux eaux de la nappe alluviale de Tébessa

Les calculs ont été effectués en utilisant le programme WateqB dérivé de " Water Equilibrium Formulation " (Plummer, 1984). Les résultats obtenus indiquent la présence de plusieurs éléments ioniques qui ont des concentrations diverses, importantes ou presque négligeables. Parmi les minéraux sources majeurs des ions nous avons identifié : l'anhydrite, le gypse, la calcite et la dolomite.
Les minéraux sources influencent, à des degrés variables, la composition chimiques des eaux La sursaturation quasi générale en calcite (CaCO3) et en dolomite (CaMg(CO3)2), favorise leur précipitation pouvant induire un enrichissement possible des eaux en bicarbonates de calcium et de magnésium. La sous-saturation en SO42-pourrait être expliquée par la dissolution limitée du gypse (CaSO4.2H2O) et en anhydrite (CaSO4) en raison de la présence d'ions Ca2+ résultant aussi de la dissolution de matériaux carbonatés. Les processus d'altération et de dissolution sont à l'origine de ces tendances.
Les équations chimiques suivantes mettent en évidence les processus régissant le chimisme de la région :

$CaCO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow Ca^{2+} + 2HCO_3^-$
$(Ca, Mg)CO_3 + CO_2 + H_2O \rightarrow (Ca^{2+}, Mg^{2+}) + 2HCO_3^-$
$HCO_3^- \rightarrow H^+ + CO_3^{2}$
$CaSO_4 \rightarrow \quad Ca^{2+} + SO_4^{2-}$
$CaSO4 . 2H2O \rightarrow Ca^{2+} + + SO_4^{2-} + 2H2O$

Processus d'acquisition de la salinité

Dans la zone orientale de la région, le Trias gypsifère affleure au Djebel Djebissa, Conformément aux données de la piézométrie et au relief, l'écoulement des eaux se fait d'Est en Ouest. Les précipitations entraînent un lessivage et une dissolution des formations évaporitiques. L'écoulement favorise le déplacement de cette contamination notamment par les cours d'eau de la région (Oued Kébir et Oued Djebissa) jusqu'au centre de la plaine.

Confirmation de l'influence des formations évaporitiques par le rapport Sr^{2+}/Ca^{2+} :

Les valeurs du rapport Sr^{2+}/Ca^{2+} , varient entre 0,8‰ et 28‰ et nous avons pu identifier trois groupes :
- Groupe A ($Sr^{2+}/Ca^{2+} < 2$‰) comprend 3 échantillons, soit 9,4‰,
- Groupe B ($2\% < Sr^{2+}/Ca^{2+} < 32$‰) comporte 4 échantillons, soit 12,5‰,
- Groupe C ($Sr^{2+}/Ca^{2+} > 3$‰) réunit 25 échantillons, soit 78, 1‰.

Les valeurs des groupes A et B ($Sr^{2+}/Ca^{2+} < 3$‰) indiquent une alimentation en eau par des formations pauvres en strontium telles les calcaires par contre, les eaux du groupe C ($Sr^{2+}/Ca^{2+} > 3$‰) présentent une forte influence de formations évaporitiques.

Répartition géographique du rapport Sr^{2+}/Ca^{2+}

La carte (fig. 6) montre que les eaux des groupes A et B sont localisées sur les bordures Nord et Sud, impliquant une alimentation de la nappe par les formations latérales. Les valeurs les plus élevées étant au centre de la plaine, soulignent des apports importants d'eaux qui ont été en contact avec des formations évaporitiques.

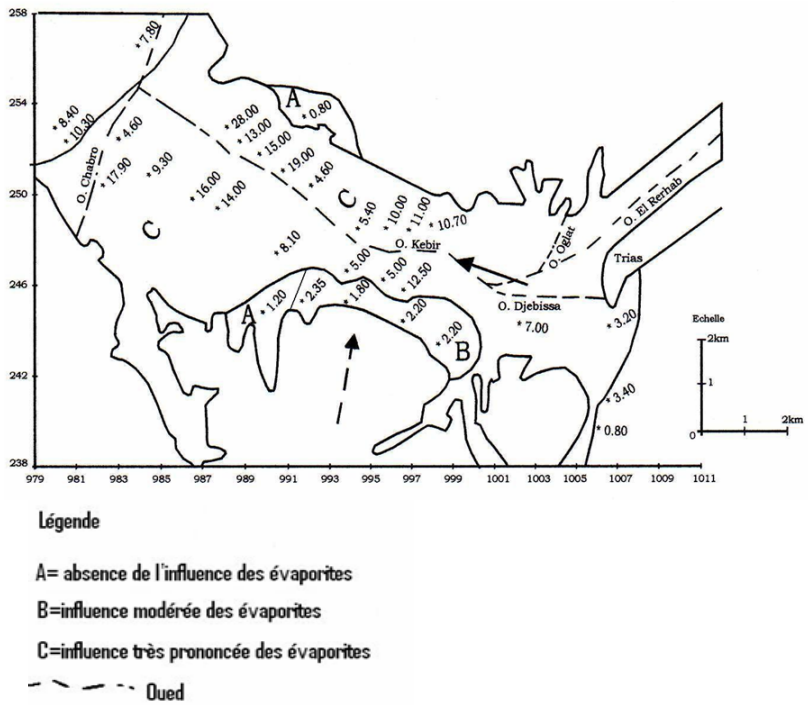


Fig-6 : Carte de répartition des rapports Sr^{2+}/Ca^{2+} au niveau de la zone d'étude.

Un autre facteur engendrant une augmentation de la salinité est lié au climat. En effet, les températures élevées, particulièrement en été (28°C), entraînent une forte évapotranspiration induisant ainsi une concentration des éléments dans les eaux et donc une augmentation de leur salinité.
Ces processus identifiés, majeurs dans la zone de Tébessa, ont une double origine :
- la forte évapotranspiration entraîne une augmentation des chlorures,
- l'effet de substratum, par son contrôle sur les écoulements, induit une plus grande permanence des contacts eaux-roches d'où un accroissement des concentrations.

CONCLUSION

L'étude réalisée dans une région où aff1eurent des formations hétérogènes, souligne que le processus de lessivage-dissolution entraîne une augmentation de la salinité marquée par de très fortes concentrations ioniques, dépassant les normes admises, particulièrement dans la partie centrale de la plaine. L'application de la thermodynamique et l'ACP ont montré l'influence de la nature de quelques minéraux (anhydrite, gypse, dolomite et calcite) qui influencent la composition chimique de l'eau par couplage de dissolution-précipitation et souligné le rôle des paramètres physico-chimiques des minéraux sur les concentrations des ions en solution. L'utilisation du rapport Sr^{2+}/Ca^{2+} confirme que les formations triasiques du Djebel Djebissa contaminent les eaux de la plaine en raison du sens de l'écoulement sous l'effet de gravité des eaux tant souterraines que du réseau hydrographique et donc l'origine de la salinité de certaines de ces eaux est surtout évaporitique.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BOUCHAGOURA L. (2002) : Etude hydrogéologique de la plaine alluviale de Tébessa. Mémoire de magister de l'Univ. Annaba.105p.

COMPAGNIE Générale de Géophysique (1970) : étude géophysique de la plaine Tébessa-Marsott. Rapport interne. 25p

DJABRI L. (1987) : Contribution à l'étude hydrogéologique de la nappe alluviale de la plaine d'effondrement «Essai de modélisation». Thèse de Doc. Ing. de l'Univ. Des Sci. et Tech. de Franche-Comté.158p

DUROZOY G. (1956). Carte géologique de la région de Tébessa et sa notice explicative. Feuille N° 206.

GHREIB L. (2007) : Impacts des minéralisations des formations triasiques sur la qualité des eaux de la plaine de Bekkaria (Tébessa), en zone semi Aride. Nord Est Algérien. Mémoire de magister de l'université d'Annaba. 180p

GOUAIDIA L. (2000) : Approche hydrochimique d'une nappe en zone semi aride : cas de la nappe alluviale de la plaine de Tébessa, extrême Est Algérien. Mémoire de Magister de l'Université d'Annaba.180p

PLUMMER L.N., JONES B.F. & TRUESDELL A.H. (1984): WateqF a Fortran IV version of Water, a computer program for calculating equilibrium of natural waters - U.S. Geol. Survey - Water Resources Investigation - N°76 - pp. 13-70.

RICARD J. (1974) : Inventaire et état de la ressource en eau de la région de Tébessa. Rapport interne. 76 p.

TODD D.K (1980): Groundwater hydrology.Second Edition. New York. J.Xiley & Sonq., 510p.

VERS LA DISPARITION DES FOGGARAS DE TIMIMOUN

REMINI B.
Département des sciences de l'eau et de l'environnement,
Faculté des sciences de l'ingénieur, Université Saad Dahlab, Blida, BP 270, Blida Algérie,
Tel/Fax : 213 25 43 39 40, Email : reminib@yahoo.fr

RESUME

Destinée au captage des eaux souterraines par une galerie de faible pente et à l'irrigation des jardins par des seguias, la foggara qui était l'une des techniques ancestrales des plus utilisées dans le monde se trouve aujourd'hui menacée de disparaître.
La présente étude traite les problèmes techniques que connaissent les foggaras de Timimoun. A travers les missions sur le terrain et les enquêtes menées dans les oasis de Timimoun auprès des agriculteurs et les propriétaires des foggaras, il s'avère que les principaux problèmes de la dégradation de ce système ancestral sont : l'effondrement des galeries, l'ensablement des seguias et les kasriates, l'implantation des forages près des foggaras, l'obturation des seguias et des galeries par les racines de deux plantes sauvages « Tarza » et « Taghanimt ». Tous ces problèmes condamnent la foggara de Timimoun à disparaître à court terme. Ceci entraînera des conséquences néfastes sur les oasis, comme la perte des palmeraies et la dégradation des ksours. Mais, en contre partie des initiatives entamées ces dernières années par les pouvoirs publics et les oasiens par la réhabilitation et l'entretien des foggaras, nous donnent de l'espoir de voir ce patrimoine culturel mondial continuer de faire l'admiration des spécialistes. C'est ainsi que les services d'hydraulique de Timimoun ont décidé d'arrêter les forages situés près des foggaras pour permettre d'éviter le tarissement des foggaras. La population des ksours commence à s'organiser pour sauver leurs foggaras. A titre d'exemple, en organisant des journées de volontariat (Touiza) les oasiens de Kali ont récupéré une foggara morte au niveau de l'oasis d'Aghlad.

Mots clés :
Foggara – Timimoun – Forage – Ensablement – Effondrement – Dégradation.

I. INTRODUCTION

La foggara veut dire en arabe « Fakara » (creuser). Certains auteurs estiment que ce mot provient du mot arabe « El Fokr » (la pauvreté). Celui qui creuse une foggara se trouverait en effet dans l'obligation d'y investir tellement qu'il finirait par tomber dans le besoin avant d'en bénéficier. Mais d'autres auteurs pensent que le mot foggara est relatif à « Fakra », la vertèbre en arabe (Kobori I., 1982).

On parle de la foggara, une galerie souterraine légèrement inclinée qui draine l'eau de la nappe du Continental Intercalaire vers les terrains les plus secs situés en aval, en direction de la palmeraie. Ce procédé utilise un système de galeries en pente douce d'une longueur pouvant atteindre les 20 km, équipés d'une série de puits d'aération espacés de 5 à 22 m.

La foggara en Algérie, la Khettara au Maroc et la Qanat en Iran est d'origine minière (Goblot H., 1974). Elle est apparue depuis 3000 ans au nord ouest du plateau Iranien (Wulf HE., 1968 et Stiros SC., 2006) et s'est propagée dans plus d'une trentaine de pays des régions arides et semi arides. Environ 50000 Qanats ont été creusées en Iran (Safi Nezad J. in Balland D., 1992) et 1400 foggaras en Algérie.

La foggara demande un entretien périodique pour maintenir son débit constant. Malheureusement, on n'entretient plus les anciennes galeries et on ne construit plus de nouveaux drains. Depuis l'an 2000, environ cinq foggaras ont été sauvées par les ksouriens qui ont organisé des travaux de volontariat (Touiza). La maintenance d'une foggara est beaucoup plus compliquée que sa réalisation. Il est difficile de procéder à la réalisation de nouvelles foggaras par manque de main d'œuvre spécialisée et en raison du coût élevé de l'opération. Plusieurs facteurs dégradent la foggara du Grand Erg Occidental : l'effondrement des galeries et des puits, l'ensablement, le tarissement et la pollution des eaux de la foggara.

II. PRINCIPAUX FACTEURS DE DEGRADATION

A travers les observations que nous avons effectuées sur les terrains, quatre facteurs de dégradation ont été effectués :

II.1. Effondrement des foggaras

L'effondrement des puits et de la galerie est un processus qui s'effectue souvent au niveau d'une foggara. Durant ces dernières années, plusieurs foggaras des régions de Gourara, de Tamentit et de Tidekelt ont été abandonnées en raison de leur effondrement. Ce phénomène se produit selon deux processus :

II.1.1. Processus lent

Un processus lent (fig. 1), au cours duquel l'écoulement des eaux provoque une érosion continue du lit de la galerie, creusée dans un sol sableux. Ce processus provoque, au cours du temps, un agrandissement de la section de la galerie, puis l'effondrement de la foggara. Ce cas se répète souvent dans l'ensemble des foggaras et plus particulièrement les foggaras qui traversent les agglomérations et les routes. Les vibrations provoquées par la circulation des véhicules et les aménagements opérés par la population sont les causes principales d'effondrement des foggaras. Généralement, les glissements et les chutes des roches à l'intérieur de la galerie provoquent une diminution rapide du débit de la foggara et non pas un arrêt de l'écoulement.
Selon les propriétaires de la foggara d'El Meghier (Timimoun), la diminution de son débit, (en plus de l'effet des forages), est dû à des dépôts de terre dans la galerie de certains tronçons provoqués par des glissements durant ces dix dernières années. Plusieurs tronçons de galerie de foggaras dans la région d'Adrar se sont effondrés durant le temps, faute d'entretien et de la maintenance.

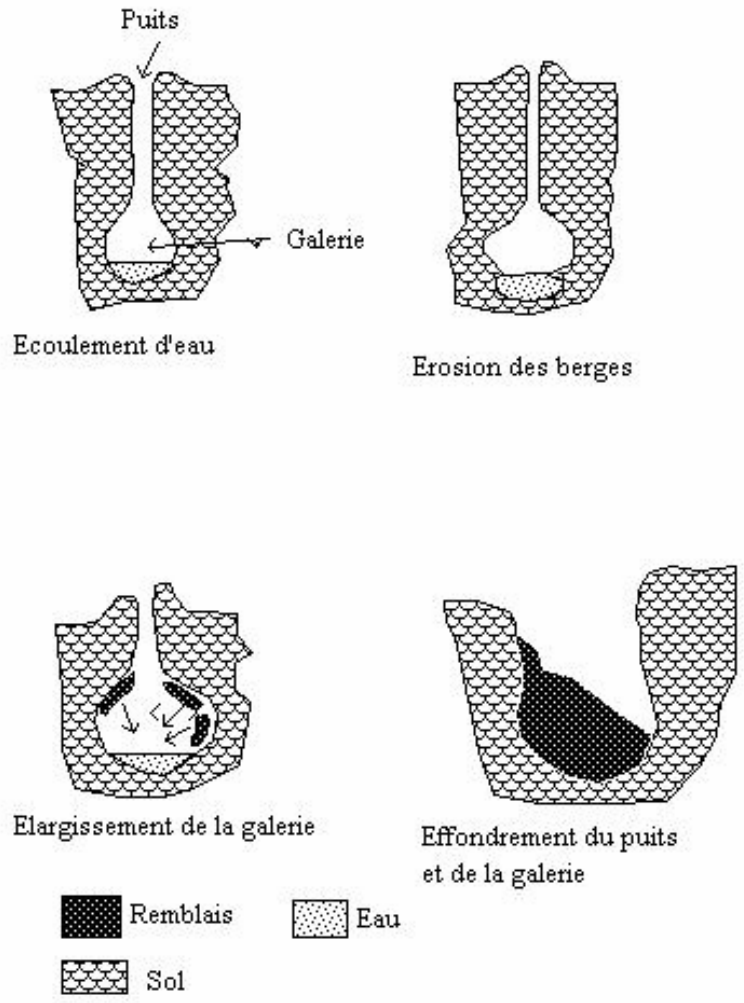


Fig 1. Schéma simplifié d'effondrement d'une foggara (Processus lent) (Remini B., 2001)

II.1.2. Processus rapide

Un processus rapide (fig. 2) qui se traduit par l'effondrement quasi instantané de la galerie, provoqué par le passage des crues qui sont généralement brusques et de forte intensité. En drainant une importante quantité de matériaux solides, le ruissellement des eaux atteint la galerie à travers les puits d'aération provoquant ainsi l'effondrement de la foggara. A titre d'exemple, dans la ville de Timimoun, 3 foggaras ont été effondrées suite aux inondations de 2003. La foggara Amkrane a été délaissée suite à l'effondrement d'une partie de sa galerie. Plusieurs tronçons de la galerie ont été effondrés provoquant ainsi l'obturation de l'écoulement. C'est le cas aussi de la foggara de Djedid, dont une partie de la galerie a été effondrée durant les années 90.

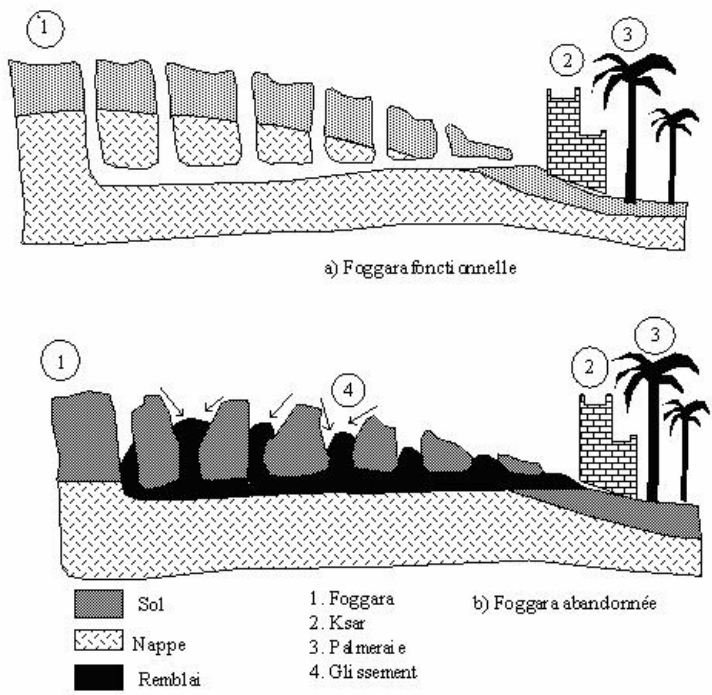


Fig. 2. Schéma simplifié d'effondrement d'une foggara (Processus rapide)

II.2. Tarissement des foggaras

Tout le monde semble d'accord pour affirmer que les forages implantés près des foggaras sont la cause principale du tarissement des foggaras. La multiplication des forages près des foggaras engendre un rabattement de la nappe ; le niveau piézométrique de la nappe baisse pour se maintenir au dessous de la galerie. La partie drainante de la foggara (qui est l'ossature de la foggara) s'assèche et devient inactive, ce qui provoque le tarissement de la foggara (fig.3).

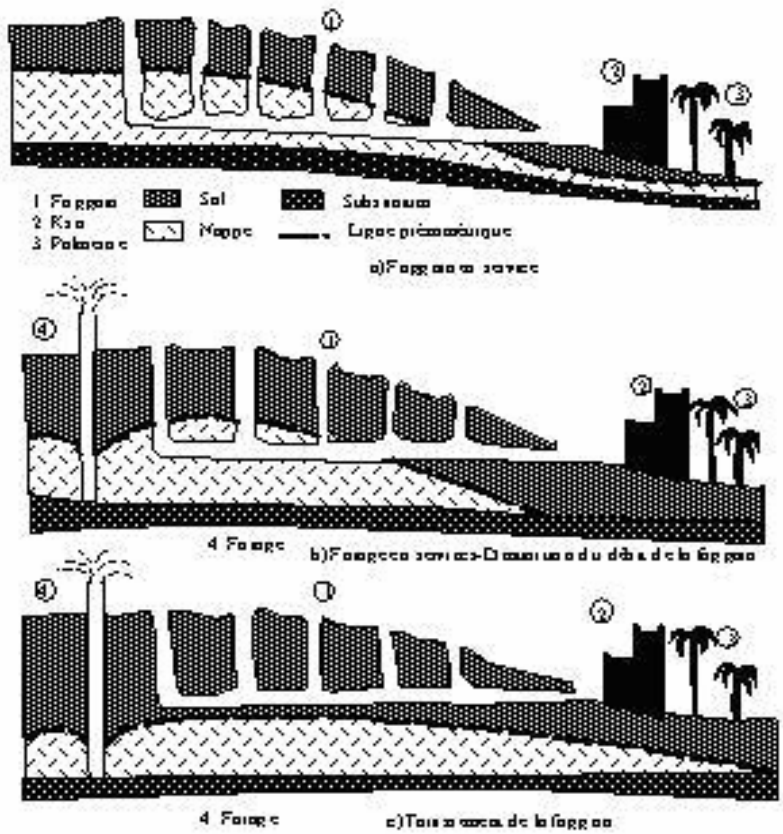


Fig. 3. Schéma simplifié du tarissement d'une foggara

Les difficultés de coexistence entre ce système traditionnel et les procédés modernes de captage d'eau sont source de problèmes et de conflit. L'exploitation d'une nappe souterraine par la foggara et par pompage a entraîné de forts rabattements depuis les années soixante, période d'installation du premier forage profond dans la région. Les agriculteurs préfèrent le forage au détriment de la foggara, bien qu'ils n'arrivent pas souvent à honorer leurs redevances énergétiques. Cette différence qui a permis au Saharien d'obtenir un débit d'eau beaucoup plus important sans énergie physique, a encouragé les oasiens à abandonner les foggaras dont le nombre est en régression constante.
La région de Timimoun n'a pas échappée à ce phénomène. La figure 4 illustre l'évolution temporelle du débit des forages dans la région. C'est à partir du début des années 80 que le pompage s'est accéléré pour atteindre la valeur de 700 l/s en 1997. Ce débit est le double de celui des foggaras de toute la région de Timimoun (350 l/s).

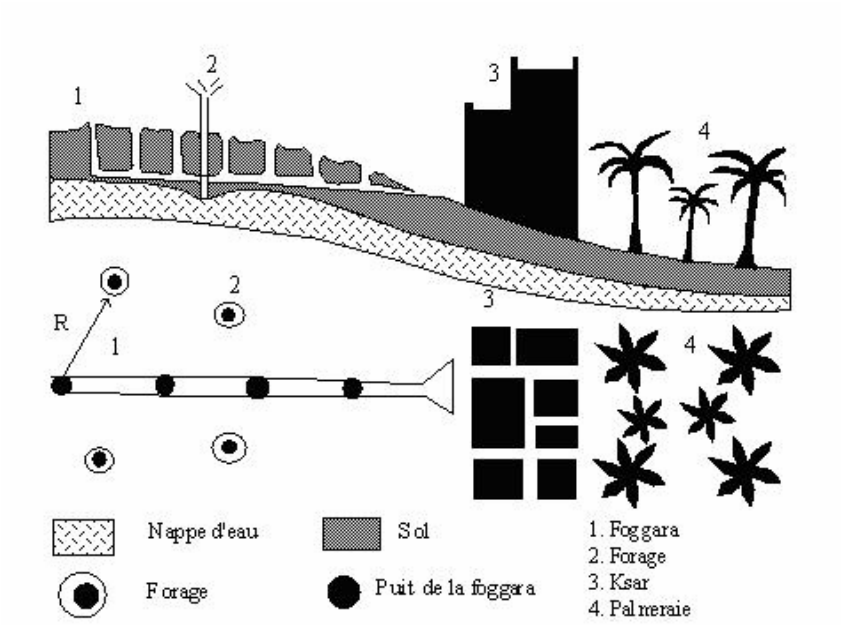


Fig. 4. Schéma synoptique de la situation des forages près des foggaras

II.3. Ensablement des foggaras

Contrairement au problème de l'effondrement qui touche les foggaras du plateau de Tadmait, l'ensablement pose des problèmes plus particulièrement aux foggaras de l'erg. Ces dernières se trouvent souvent envahis par le sable du Grand Erg Occidental. Le phénomène de l'ensablement est un paramètre essentiel du comblement et de l'abandon des foggaras et de la dégradation des oasis. Généralement, c'est par les puits que le sable pénètre et se dépose dans la galerie (fig. 5). La foggara composée d'une multitude de puits à ciel ouvert destinés à l'entretien de la galerie.
Les puits sont munis d'une margelle de pierres grossièrement assemblés formant ainsi des ouvrages en relief d'une hauteur allant de 0,5 m à 0,8 m. La tête du puits constitue un obstacle face au vent érosif dominant. On assiste donc au phénomène de l'écoulement autour d'un obstacle ou le sable véhiculé par la composante verticale du vent se verse directement dans le puits. Les quantités de sable retenues par cet obstacle finissent par obstruer les puits et même les galeries d'écoulement. Ce phénomène a été même signalé au sud marocain, ou plusieurs khettaras ont été abandonnées suite aux dépôts sableux (FAO, 1988).
C'est les foggaras de l'erg qui sont les plus menacés par l'ensablement, puisque les puits et la galerie viennent directement du Grand Erg Occidental. A titre d'exemple, les kasriates et les seguias des foggaras d'Aghlad et de Badou sont constamment ensablés.

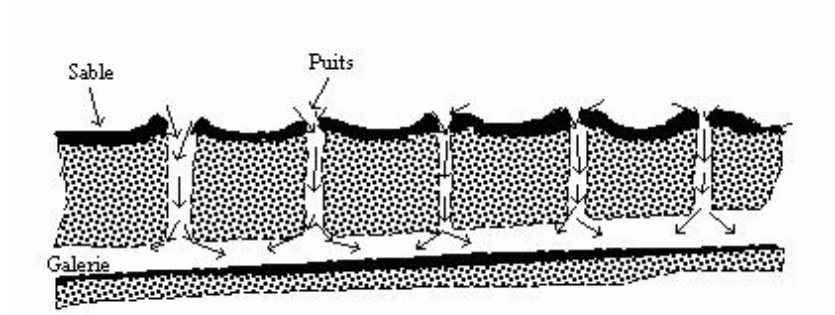


Fig. 5. Schéma de l'ensablement d'une foggara

II.4. La plante qui obture la foggara

Ce problème touche particulièrement les foggaras de l'erg. Une plante qui pousse dans le sable du Grand Erg dont les racines peuvent atteindre des dizaines de mètres, appelée localement : « **Tazra** ». Sa présence indique l'existence de l'eau dans un rayon de quelques dizaines de mètres. Les racines arrivent facilement dans la galerie et se multiplient rapidement jusqu'à ce qu'elles obturent la section de la galerie.

CONCLUSION

Nous avons mené des missions de terrain et des enquêtes auprès de la population des régions de Gourara, Touat et de Tidikelt. De ces premières constatations il en ressort que l'effondrement des galeries et l'apport des forages pose des dégâts pour les foggaras qui captent les eaux de l'Albien. C'est ainsi que les l'exploitation des forages à Timimoune ont provoqué l'assèchement des foggaras et plus particulièrement la foggara d'El Meghier Les crues de 2003 qui ont frappé la ville de Timimoune ont causé l'effondrement de plusieurs tronçons de la galerie des la foggara d'Amokane. Tandis que l'ensablement et la plante Tezra restent les problèmes essentiels qui réduisent le débit des foggaras qui captent les eaux de la nappe de l'erg. Trois foggaras dans l'Oasis d'Aghlad ont été abandonnées puisqu'elles sont perdues au dessous des dunes. Une plante sauvage appelée localement Terza fait des ravages grâce à ses racines qui peuvent atteindre une longueur de 15 m provoque un véritable bouchon dans les seguias couvertes des foggaras de l'erg. En plus de ses problèmes, il y a des problèmes sociaux économiques tels que l'héritage, l'émigration, la foggara est condamnée à disparaître dans quelques années. Mais en contre partie l'espoir de voir la foggara continue aujourd'hui de faire l'admiration des observateurs existe à travers des initiatives des services publics ou de la population des ksour. Dans la ville de Timimoune, les services d'hydraulique vont arrêter l'exploitation des forages situés près des foggaras. Abandonnée sous le sable de puis une vingtaine d'année, Une foggara à Aghlad a été récupérée grâce à une opération d'entretien (Touiza) organisée par la population des ksour d'Aghlad et de Kali. En 2008, les services de wilaya vont procéder à la réhabilitation de plus de 20 foggaras de la wilaya d'Adrar.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Goblot H., 1979. Les Qanats : une technique d'acquisition de l'eau. Edition de l'EHESS, 236 p.

Kobori I., 1982. Case studies of foggara oases in the Algerian Sahara and Syria ». Université de Tokyo, rapport n° 2, 45 p.

Stiros SC., 2006.
Accurate measurements with primitive instruments: the « paradox » in the qanat design. Journal of archéological science 33, 1058-1064.

Wulf HE., 1968.
The Qanats of Iran, Scientific American, April, pp.94-105.

ESSAI DE PILOTAGE D'IRRIGATION DU PALMIER DATTIER *(AU MOYEN DE TENSIOMETRES)* SITE D'EL OUTAYA, BISKRA

OUAMANE AbdelmoneimTarek, DAKHIA Nadjet , DJOUDI Ahmed Madjed, LAKHDARI Fatoum.

CRSTRA

RESUMÉ

L'agriculture en Régions Arides et Semi Arides est conditionnée par la disponibilité de l'eau d'irrigation. Au niveau des oasis algériennes, l'irrigation est menée selon différents systèmes d'irrigation. D'un système à un autre, les quantités demandées diffèrent.
Aussi, les besoins en eau d'irrigation s'accroissent au fur et à mesure qu'il y a développement agricole (intensification de l'agriculture ou extension des superficies irriguées). Cependant cet accroissement ne peut se faire indéfiniment, eu égard au caractère fossile des ressources en eau du complexe intercalaire, à la forte demande des autres secteurs liés au développement urbain et à l'aridification qui sévit ces dernières années en relation avec les changements climatiques qui, ont pour impact direct, davantage de sécheresse dans les Régions Arides.
Face à cette situation, une gestion économe, raisonnable et raisonnée de la ressource en eau s'impose dans les différents secteurs d'activité et notamment en agriculture en tant que secteur grand consommateur d'eau.
Cette gestion économe de l'eau d'irrigation s'exprime à travers une maîtrise des doses et fréquences d'arrosage selon les types de végétaux et de sols où ils se trouvent.
Le travail mené depuis deux ans au niveau de la station d'El Outaya s'inscrit dans ce cadre. La méthode adoptée est celle du pilotage d'irrigation au moyen des mesures tensiométriques sur des palmiers dattier en sol lourd (cas de la plaine d'El Outaya). Les relevés sont effectués quotidiennement et à la même heure, grâce à un boîtier mobile qui permet la lecture de plusieurs sondes.
Ces essais seront élargis dans l'avenir à d'autres régions Arides et Semi Arides du pays.

MOTS CLÉS : Régions Arides, Irrigation, gestion économe de l'eau d'irrigation, tensiomètre, palmier dattier, doses et fréquences d'arrosage.

INTRODUCTION

L'irrigation pratiquée dans les oasis algériennes cause un gaspillage d'eau aux conséquences désastreuses sur la ressource en eau elle même et sur l'environnement général. La maîtrise de la dose et la fréquence d'irrigation pourrait par une meilleure utilisation de l'eau, générer une économie d'eau tout en assurant de manière satisfaisante les besoins de la culture.
L'économie concerne les ressources hydriques, l'énergie de pompage et la fertilisation.
Ce travail, mené en station expérimentale, a pour but de proposer une solution simple et opérationnelle de pilotage des irrigations du palmier dattier dans la région d'El Outaya.
La technique, par pilotage tensiométrique, présente de nombreux avantages : sa relative simplicité, sa robustesse…mais surtout, elle reflète avec fidélité les relations entre la plante, le sol et l'eau.

MATERIELS ET METHODE

1- QUELQUES DONNEES RELATIVES A LA PALMERAIE

La parcelle est de forme rectangulaire, les palmiers dattiers y sont disposées en 30 rangées espacées de 8 m. Chaque rangée comporte 25 palmiers également espacés de 8 m, ce qui donne un total de 750 palmiers. Cette palmeraie comporte plus de 70 cultivars plantés depuis l'été 2006.

Palmeraie de la station d'El Outaya

2-) OUTILS ET PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT

La tensiométrie consiste en la mesure et l'analyse de l'évolution de la tension de l'eau dans le sol au moyen de sondes.

2-1)- Outils de mesure de la tension : watermarks et tensiomètres

Deux types de sondes peuvent être utilisés pour mesurer la tension dans le sol : les tensiomètres à eau et les sondes électriques watermarks.

Au bout du tensiomètre à eau, une capsule de céramique poreuse est en contact avec le sol. Si le sol se dessèche, du liquide passe du tube vers le sol créant ainsi une dépression qui se traduira sur le manomètre. Inversement, quand le sol est réhumidifié, l'eau remonte dans le tube du tensiomètre et la pression diminue.

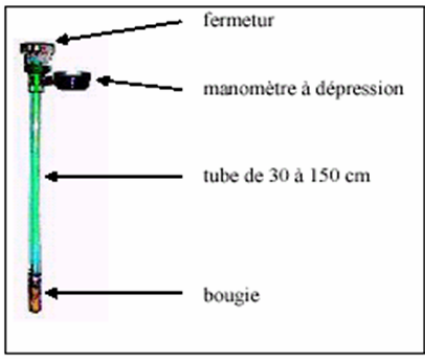


Schéma d'un tensiomètre

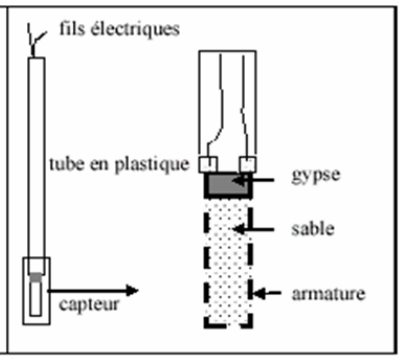


Schéma d'une sonde Water mark

Les sondes watermarks fonctionnent d'après un principe électrique. Les relevés sont effectués grâce à un boîtier mobile qui permet la lecture de plusieurs sondes. Le capteur ressemble à une bougie de tensiomètre.

La mesure est indépendante de la salinité mais dépend de la température du sol.

Dans le boîtier de lecture, un réglage permet, pour être exact, de tenir compte de la température du sol qui doit être mesurée par un thermomètre placé plus de cinq (5) minutes dans le sol, à la profondeur où sont enfoncées les sondes watermarks.

2-2)-Signification de la tension dans un sol

a- Principe physique

La tension exprime la force de liaison entre l'eau et le sol. La disponibilité de l'eau du sol pour les racines est en fonction des différentes forces qui s'exercent sur l'eau : forces liant l'eau et le sol, la force gravitaire (ou poids) et une autre force en concurrence avec les deux précédentes, la succion des radicelles.

En résumé, ***lorsque l'eau est très facilement disponible dans le sol, la tension est faible. Quand sa disponibilité diminue, la tension augmente.***

b- Signification de la tension dans les différents types de sol

La relation entre la teneur en eau et la tension n'est pas linéaire. En fonction du type de sol, la tension n'aura pas la même signification en termes d'utilisation de la réserve utile du sol. Les courbes suivantes illustrent ces différences (fig.1). Le tableau 1 présente quelques valeurs repères de tensions :

Tableau 1 : Quelques valeurs de tensions repères

VALEUR DE LA TENSION A 25°C	PHENOMENE CORRESPONDANT DANS LE SOL
0 cbar	La macroporosité des sols est pleine d'eau, le sol est complètement saturé
< à 7 cbar	La macroporosité n'est pas totalement drainée
7 à 15 cbar	Eau très abondante même en substrat grossier
> à 15 cbar	Très variable selon le type de sol

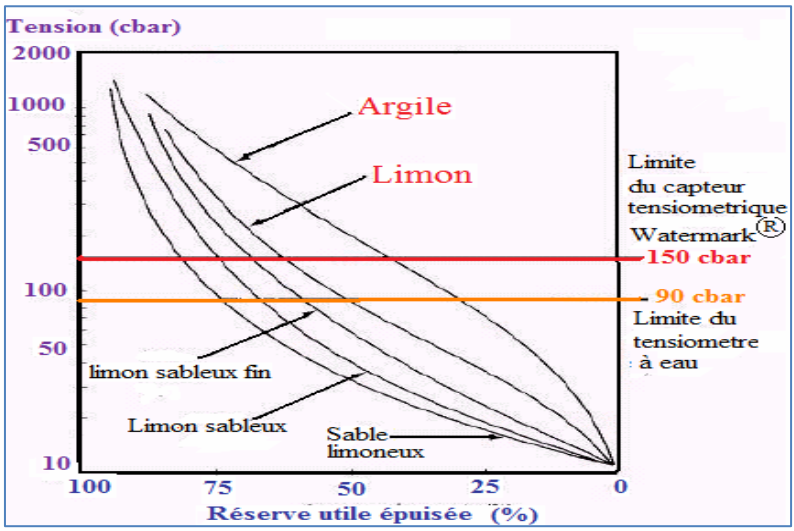
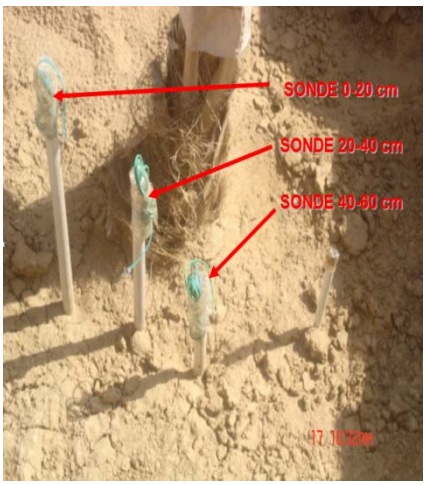


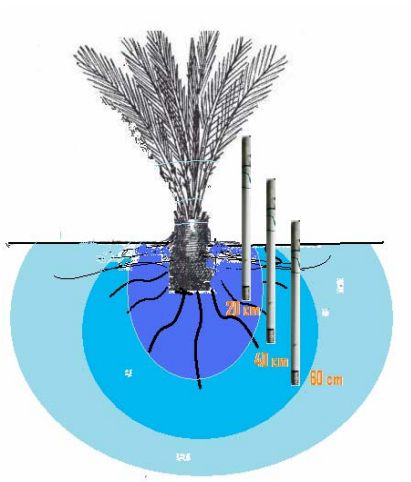
Fig.1 : Pourcentage de la réserve utile épuisée en fonction de la tension

2-3)- Relevé et analyse des données tensiométriques

L'appareil Water mark avec sonde

Les relevés des sondes doivent être effectués le plus souvent possible. L'idéal est de noter la tension tous les jours, à la même heure et avant les irrigations. Eventuellement on pourra aussi noter les tensions plusieurs heures après les irrigations lorsque le ressuyage complet du sol a eu lieu.





Les différentes sondes installées à coté d'un rejet

On obtient des courbes qui reflèteront les relations ***eau-sol-plante*** et qui donnent des indications sur le besoin en eau d'irrigation (Fig.2).

Relevé des mesures

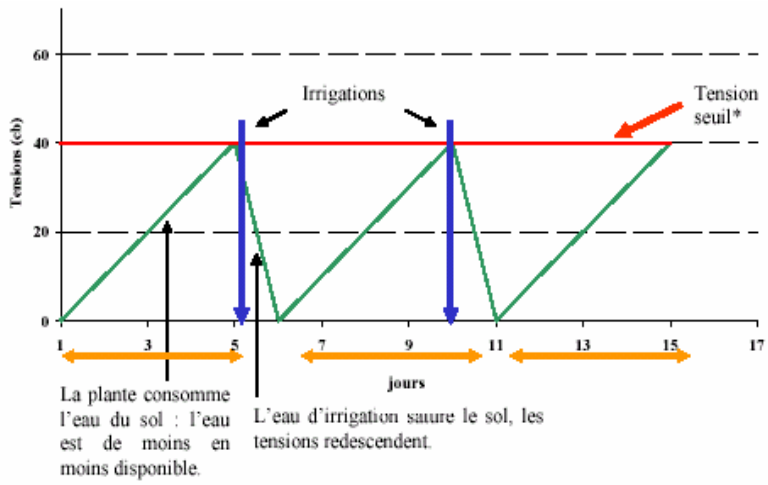


Fig. 2 : Relation eau-sol-plante et irrigation

* La tension seuil est la tension maximum à ne pas dépasser pour assurer que le développement de la plante ne sera pas gêné par le manque d'eau.

2-4)-DEFINITION DE TENSIONS SEUILS A PARTIR DESQUELLES L'IRRIGATION DOIT ETRE DECLENCHEE

Le seuil de déclenchement des irrigations est la tension maximum (ou plutôt l'intervalle entre deux tensions successives) à ne pas dépasser pour assurer que le développement de la plante ne sera pas gêné par le manque d'eau. Seule l'expérience va permettre de définir ce seuil qui ne sera valable que pour une situation donnée (sol, plante, climat, position du tensiomètre).

De plus, pour le choix du seuil, il faut considérer les objectifs : économie d'eau, rendement, meilleure qualité…. Il faut aussi considérer l'état physiologique de la plante. Par exemple, certaines périodes de stress hydrique peuvent être recommandées.

La méthode pour la définition du seuil est basée sur l'observation fine de l'évolution des tensions. Quand on observe la dynamique de dessèchement d'un sol et l'évolution de la tension qui en résulte, on s'aperçoit que cette évolution n'est pas linéaire. La tension augmente d'abord doucement, puis ce rythme s'accélère plus ou moins violemment (en fonction du type de sol). La valeur dite de seuil correspond généralement au décrochage de la courbe des tensions. Grâce au pilotage, on va tenter de ne jamais atteindre

cette phase de dessèchement accéléré. Par exemple, si les tensions pour une position donnée augmentent de jour en jour de 5 cbars puis soudain se mettent à augmenter de 10, 15 ou 20 cbars à partir d'une certaine valeur, c'est cette valeur qui sera choisie comme seuil.

2-5)-DEFINITION DE LA DOSE D'IRRIGATION

Définition du « réservoir- sol »

Le réservoir sol est le volume de sol que l'on souhaite mouiller à chaque irrigation pour satisfaire ses besoins de façon optimale. Il dépend du sol, des plantes et du système d'irrigation. Il ne doit pas être plus profond que le système racinaire des plantes et ne doit pas obligatoirement couvrir l'ensemble du volume exploré par les racines mais peut être limité selon les plantes à 30 ou 50 %. En plaçant des tensiomètres aux limites du réservoir sol, on peut suivre son évolution (extension ou rétraction du volume mouillé).

La dose d'irrigation idéale est celle qui permet, dans les conditions du moment du climat et du développement de la plante et avec des espacements donnés entre chaque irrigation, de mouiller toujours le même volume correspondant au « réservoir sol » souhaité. Si elle est trop élevée, le volume mouillé augmentera et l'eau aura tendance à s'infiltrer et donc à être perdue par drainage profond. Si elle est insuffisante le volume mouillé aura tendance à se réduire et la « tension seuil » sera atteinte plus rapidement. Une des façons de s'assurer que la dose est suffisante est de vérifier que l'eau a saturé le sol dans l'ensemble du « réservoir sol » que l'on souhaite mouiller à chaque irrigation : tension à 0 cbar juste après l'irrigation, tensions 5 à 10 cbars selon les sols après ressuyage.

En conclusion, pour suivre les deux indicateurs ("tension à ne pas dépasser" et "stabilité du volume mouillé"), on utilise un couple (ou plus) de tensiomètres : l'un, dit « représentatif », est dans une zone de très forte densité racinaire et proche de la source d'eau ; et l'autre est à l'extérieur du «réservoir – sol» (soit en profondeur, soit sur le coté de la zone mouillée).

RESULTATS

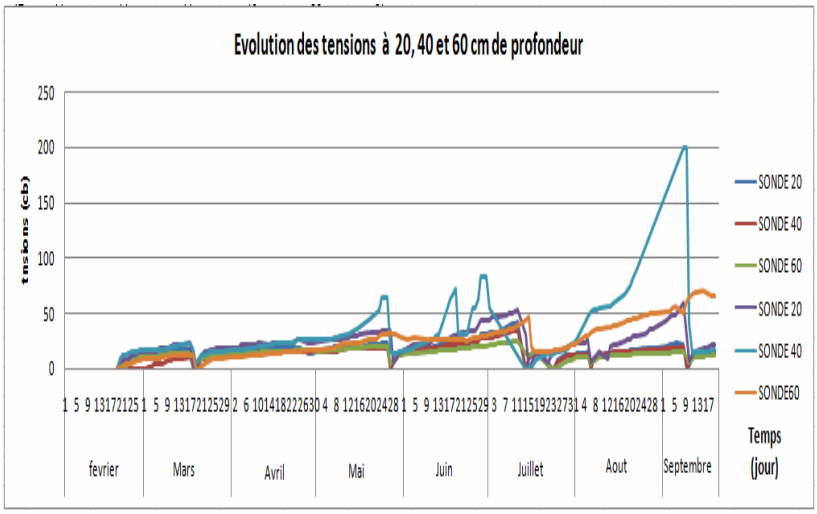


Fig. 3 : Evolution des tensions de Février à Septembre 2007

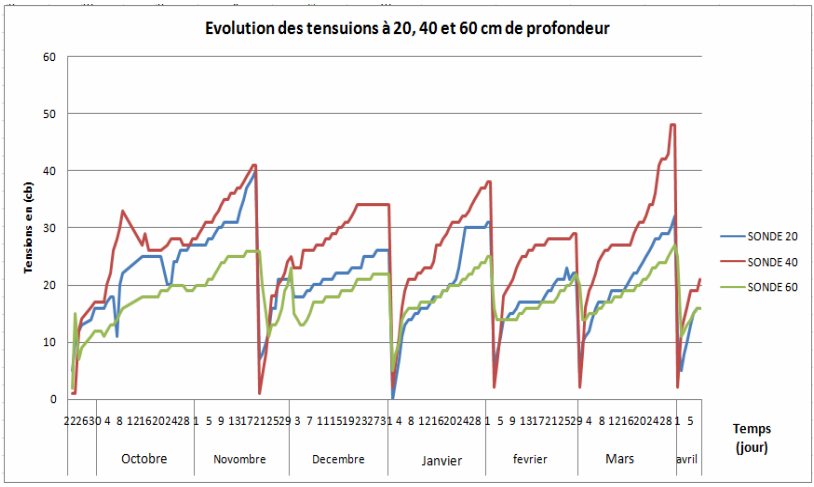


Fig. 4 : Evolution des tensions de Septembre 2007 à Avril 2008

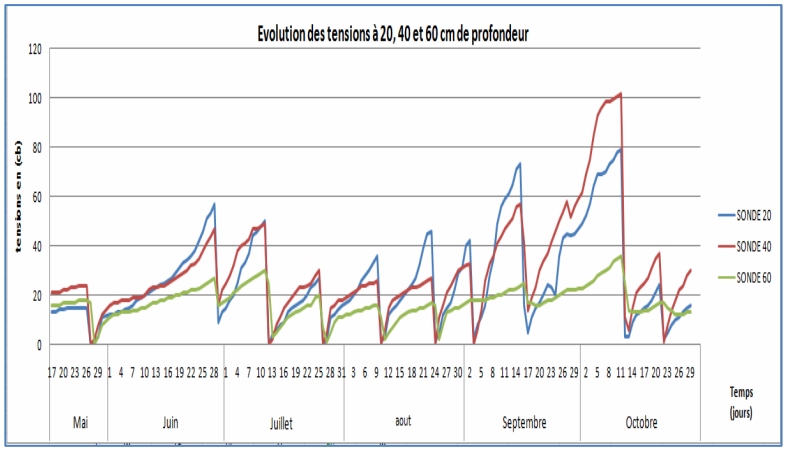


Fig. 5 : Evolution des tensions de Mai à Octobre 2008

Il est à retenir comme premiers résultats ce qui suit :

A- <u>Pour la saison d'automne</u> :

- Dose = 250 litres ;
- Fréquence = 20 jours.

B- <u>Pour la saison d'hiver</u> :

- Dose = 150 litres ;
- Fréquence = 30 jours.

C- <u>Pour la saison de printemps</u>:

- Dose = 300 litres ;
- Fréquence = 20 jours.

D- <u>Pour la saison d'été</u>:

- Dose = 500 litres ;
- La fréquence = 10 jours.

NB : en matière de pilotage, il est important de prendre des décisions par rapport à la médiane voir la moyenne de plusieurs points de mesures et d'éviter de se laisser influencer par les extrêmes. Mais ceci n'empêche pas de pousser plus loin les investigations pour comprendre les raisons de ces évolutions contradictoires (TRON & al. 2000).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cet essai constitue une première étape certes, mais une étape préliminaire dans le cadre d'une gestion économe de l'eau d'irrigation. Il mérite d'être généralisé dans différents types de sol, de cultures et de conditions climatiques afin de pouvoir établir des référentiels des doses et fréquences d'arrosage pour toutes les spéculations.

BIBLIOGRAPHIE

BARANGER Philippe ; 2002 : Synthèse des expériences de pilotage tensiométrique de l'irrigation en Jordanie. Institut national d'agronomie Paris Grignon.
BOULAINE G. ; 1978 : HYDROPÉDOLOGIE, Laboratoire de géologie – pédologie. INA France.
RIEULLE Pierre, RIEUL Léopold ; 2003 : IRRIGATION – Guide pratique Cemagref édition 2003.
TRON G., ISEBERIE C. et CHOL P., 2000. La tensiomètrie pour piloter les irrigations. Educagri.

IMPACT DES EAUX D'IRRIGATION SUR LA SALINITE DES SOLS DANS LA REGION DE BISKRA (SUD EST-ALGERIE)

BALA S. et **BENSAID R**
Département d'Agronomie Université de Skikda .
Département d'Agronomie Université de Skikdasahoubala@yahoo.fr

RESUME

Dans la région de Biskra, on a vu naître en une dizaine d'année un important bassin de production dont on dit qu'il est le premier en Algérie pour les cultures sous abris; avec plus de 1400ha. A long terme, on assiste à la détérioration de la qualité de production agricole et une dégradation des sols sous l'effet de la salinité. Dans ce contexte, notre travail porte sur la salinité des sols sous serre au niveau de la station expérimentale de l'Institut Technique du Développement de l'Agronomie Saharienne (I.T.D.A.S) de Ain Benoui à 10km vers le Sud ouest de Biskra et 600 km au Sud Est d'Alger. Au terme de ce travail, On a sélectionné deux serres cultivées et irriguées par le système goutte à goutte, l'une d'elles est située près du drain et l'autre éloignée de ce dernier avec un témoin (sol non travaillé).
Il ressort que l'eau d'irrigation est excessivement salée et que les sols sont généralement salés à fortement salés. Entre le prélèvement du sol de Mars et celui de Septembre 2003, nous avons remarqué une augmentation de la salinité et un changement du faciès chimique des solutions du sol au niveau de la surface (0-10cm), le faciès était sulfaté calcique et il est devenu chloruré sodique comme celui de l'eau d'irrigation; ceci dû à l'utilisation des eaux salées en irrigation. Lorsque l'eau d'irrigation est chargée et que les doses d'irrigation sont mal estimées l'utilisation du goutte à goutte entraîne une accumulation des sels autour des racines. Pour diminuer le risque de la salinité dans ces sols, il est conseillé d'effectuer une irrigation massive une fois par année (irrigation par planche).

Mots clés : Salinité – Serre – Eau d'irrigation – Sol – Aridité.

INTRODUCTION

Depuis une vingtaine d'années, une nouvelle agriculture prend place au Sahara algérien. Elle concerne la production des cultures maraîchères sous serres. L'abri serre devient une véritable OASIS des plus productives où les conditions climatiques (luminosité, température et hygrométrie) sont favorables et servent par la même occasion de protection contre les vents desséchants fréquents dans cette région (Belatreche, 2001) .

Dans la région de Biskra, on a vu naître en une dizaine d'année un important bassin de production dont on dit qu'il est le premier en Algérie pour les cultures sous abris; avec plus de 1400 ha (Belatreche, 2001). La plasticulture a été introduite dans la région de Biskra dès la compagne 1984 -1985 sur une superficie restreinte de l'ordre de 6,4 ha avec une production de 2039 qx. Par la suite l'évolution atteint en 1975, 72 ha avec une production estimée de 1331075qx dès la compagne 2002-2003 (DSA,2003).

Dans cette région saharienne, la mise en culture des sols est le plus souvent confrontée à la contrainte de la salinisation. Parmi les facteurs concourant à l'aggravation de ce problème, il y'a notamment, l'aridité du climat, la présence de roches salifères, les nappes salées, la topographie et la mise en œuvre de mauvaises techniques d'irrigation (Daoud et Halitim, 1994). Il est particulièrement connu que l'irrigation dans les zones sèches engendre toujours le problème de la salinisation (Djili et al., 2003). Parmi les facteurs qui causent la baisse de production l'accumulation des sels vient en tête.

Le présent travail a pour objectif d'étudier l'évolution de la salinité des sols sous serres au niveau de l'Institut Technique du Développement de l'Agronomie Saharienne de Ain Benoui (Biskra).

MATERIEL ET METHODES

Situation géographique et climat de la zone d'étude

La station expérimentale de l'Institut Technique du Développement de l'Agronomie Saharienne (I.T.D.A.S) de Ain Benoui est située à 10 km vers le sud-ouest de la ville de Biskra, à 600 km au Sud-Est d'Alger (Fig. 1). Cette station s'étend sur une superficie de 20,4 ha. Les caractéristiques climatiques confèrent à cette région une période sèche généralement durant toute l'année (Fig. 2). La moyenne annuelle des précipitations est de 125,49 mm et celle des températures minimales et maximales sont respectivement de 7,04 °C en janvier et 40,06 °C en juillet. L'observation du climagramme d'Emberger (1955), nous permet de situer la région d'étude dans un étage bioclimatique saharien à hiver chaud. Sur le plan géologique, les formations superficielles de la zone de Ain Benoui sont constituées d'une formation quaternaire composée par des alluvions sableuses et argileuses avec le Deb-Deb qui est très riche en gypse, calcaire et sels solubles (Gouskov, 1964). Cette formation recouvre les argiles marneuses du miocène et les calcaires

dolomitiques du turonien. L'apport éolien a apporté un matériau sableux qui se mélange et recouvre ces formations.

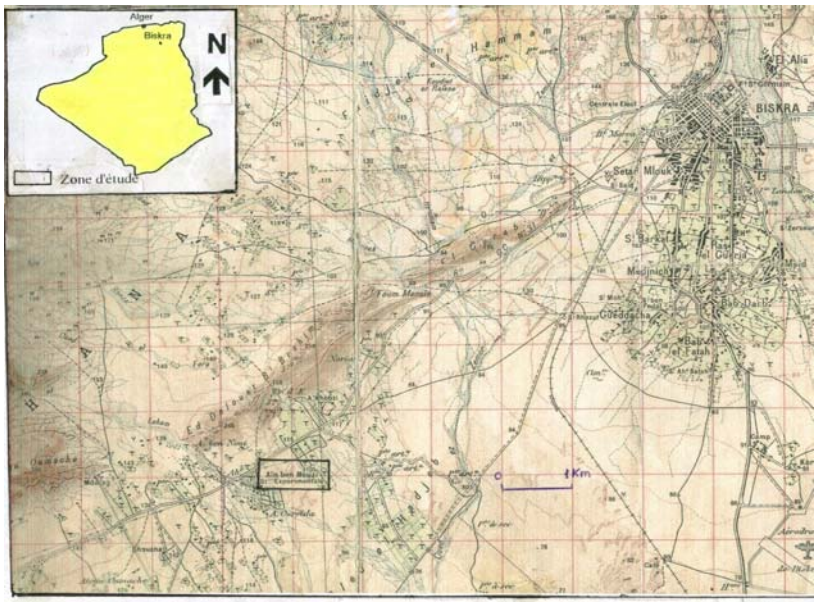


Fig. 1 : Situation géographique de la zone d'étude

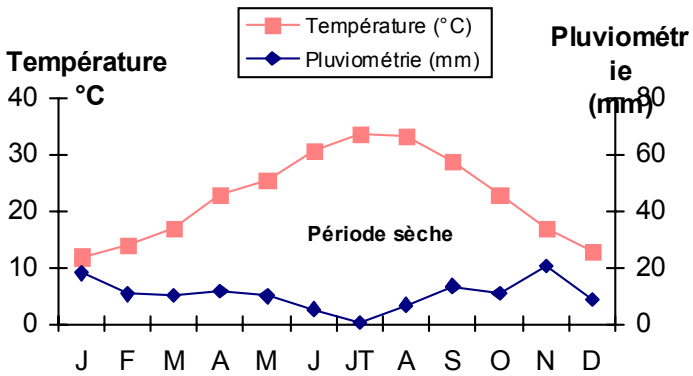


Fig. 2 : Diagramme ombrothermique de Gaussen de la région de Biskra

Choix des serres étudiées

Les serres ont été installées dans la station en1990, avec un matériau originel à base de dunes de sable, qui ont été aplaties puis exploitées sous serres avec une irrigation goutte à goutte. L'ouverture du drain de drainage a été réalisée en 1997 (I.T.D.A.S, 2003). Les serres sélectionnées sont deux serres cultivées et irriguées par une irrigation goutte à goutte (S_2 et S_4) .L'une des deux serres cultivées est située près du drain et l'autre éloignée du drain. L'échantillonnage s'est fait à l'aide de sondages à la tarière en mars 2003 et apporté sur la partie de 0-10cm où la concentration des sels est importante puis tous les 20 cm jusqu'à 110cm (0-10cm, 10-30cm, 30-50cm, 50-70cm, 70-90cm et 90-110cm) et ceci au milieu de chaque serre, de la même manière un sol non travaillé (témoin) a été échantillonné. L'eau d'irrigation provient d'un puits de 60m de profondeur avec un débit de 6 l / s et distribue une dose d'irrigation de7 l/h. L'eau de drainage a été prélevée au niveau du drain qui se trouve au voisinage des serres. Le deuxième échantillonnage du sol a été réalisé en septembre 2003. Les analyses de sol réalisées concernent la granulométrie, le pH (1/2,5); la conductivité électrique et les sels solubles sur l'extrait du rapport 1/5, le calcaire total, le gypse le carbone organique, la capacité d'échange cationique (C E C). Les caractéristiques sont obtenues avec les méthodes courantes en pédologie (Aubert, 1978; Baize, 1988 et FAO, 1995). La qualité des eaux d'irrigation et du drainage a été évaluée en déterminant la CE, pH , Ca^{++}, Na^{+}, K^{+}, CO_3^{--}, Cl^{-} et SO_4^{--}.

RESULTATS ET DISCUSSION

Qualité des eaux

L'eau d'irrigation vient de la nappe calcaire dite des sables, dont la conductivité électrique est
de 6.96dS/m. Le rapport d'adsorption de sodium (SAR) est de 11.73. Cl^{-} et le Na^{+} sont les ions prédominant dans cette eau (Tab. 1). D'après les critères du laboratoire de la salinité des Etats-Unis U.S.Salinity Laboratory Staff, 1954, l'eau d'irrigation est classée C_5S_4. Cette eau présente un risque important de salinisation. Elle est normalement inutilisable pour l'irrigation, sauf pour les sols très perméables avec un bon drainage et une eau appliquée en excès pour le lessivage. Les plantes cultivées devront être tolérantes aux sels.

L'eau du drainage est excessivement salée avec une conductivité électrique évaluée à 24dS/m avec un risque d'alcalinisation très élevé (Tab.1). Selon l'ordre de classement des anions et des cations, on a constaté que Na Cl est le sel le plus drainé.

Tab. 1 : Données hydro-chimiques des eaux

	pH	CE (ds/m) à 25°C	Cations (méq/l)				∑ des cations	Anions (méq/l)			∑ des anions	SAR	Rna adj	Classe
			Ca^{++}	Mg^{++}	Na^{+}	K^{+}		HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{--}				
Eau du puits (eau d'irrigation)	7.73	6.96	28.1	5.83	48.33	0.62	82.88	1.8	65.25	11.6	78.65	11.73	13.46	C_3-S_4
Eau du drain	7.98	24	34.05	12.5	229.7	0.87	277.12	1.6	210	36.76	248.36	47.85	-	-

Caractérisation physico-chimique des sols étudiés

Les analyses ont montré que ces sols contiennent 79% de sable. La réaction de la solution de ces sols est neutre à faiblement alcaline. Ces sols sont généralement modérément calcaires (9.35 à 20.26) et légèrement gypseux (1.73 à 11.45%) avec un taux de matière organique inférieur à 2%. Leur faible teneur en matière organique et en argile leur confèrent une faible capacité d'échange cationique (généralement inférieures à 10% cmol/kg) ce qui ne permet pas une bonne nutrition minérale de la plante. Ces sols sont salés à fortement salés dans certains cas. La conductivité électrique (1/5) moyenne tourne autour de 2.74dS/m, avec valeur minimale de 1.53 dS/m et avec une valeur maximale de 5.9dS/m (Tab.2). Le cation Ca++ et l'anion SO_4^{--} sont les ions prédominant dans la solution du sol, avec un SAR qui n'est pas véritablement contraignant et ne pose aucun danger d'alcalinisation.

Tab. 2 : Données analytiques des serres et de témoin (p1)

	Profondeur (cm)	Granulométrie (%)			pH	CEdS/m	CaCO3	Gypse			CEC(T)
		A+L	S.F	S.G	(1/2,5)	(1/5)	(%)	(%)	C%	MO%	(cmol/kg)
Serre S_2	0-10	25.28	48.2	26.52	8.03	5.9	10.91	4.75	1.01	1.74	12.65
	10-30	25.41	49.55	25.04	8.08	3.82	9.35	4.75	0.43	0.74	7.83
	30-50	27.87	51.9	20.23	8.34	3.02	10.52	4.1	0.47	0.81	7.93
	50-70	24.82	59.08	16.1	8.3	2.74	17.14	3.67	0.58	1	6.16
	70-90	25.67	56.22	18.11	8.17	1.6	18.7	1.73	0.51	0.88	6.16
	90-110	28.93	54.7	16.37	8.34	1.53	20.26	1.94	0.39	0.67	6.16
Serre S_4	0-10	21.18	55.76	23.06	8.26	3.65	15.58	4.54	0.9	1.55	10.26
	10-30	17.93	57.59	24.48	8.24	2.34	14.03	4.32	0.9	1.55	8.71
	30-50	15.54	54.34	30.12	8.17	2.57	13.64	4.75	0.8	1.38	6.91
	50-70	14.05	57.91	28.04	8.31	2.46	11.69	6.26	0.6	1.03	6.27
	70-90	22.67	51.48	25.85	8.16	2.53	10.13	11.45	0.6	1.03	7.27
	90-110	20.13	55.28	24.59	8.14	2.55	11.3	8.86	0.4	0.69	10.27
Témoin T	0-10	22.73	49.03	28.24.	8.06	2.32	14.41	4.1	0.8	1.38	5.58
	10-30	19.54	51.47	28.99	8.33	2.35	15.19	4.54	0.66	1.13	5.57
	30-50	14.11	54.92	30.37	8.28	2.43	15.19	2.38	0.51	0.88	6.1
	50-70	14.82	53.55	32.63	8.19	2.34	12.86	5.62	0.15	0.26	8.9
	70-90	21.05	57.16	21.79	8.27	2.83	13.25	6.7	0.04	0.07	11.07
	90-110	17.12	57.48	25.4	8.07	2.4	12.86	2.59	0.04	0.07	10.97

Evolution de la salinité

Entre le prélèvement du sol du mois de mars et celui de septembre, nous avons remarqué une augmentation de la salinité. Les données des sols, montrent clairement que la zone de surface est la zone la plus sujette aux mouvements de sels (Fig. 3). Le type des profils salins ne change pas dans les serres (ascendant), mais dans le témoin, il y a un changement dans l'allure de ce profil, qui devient de type ascendant pour le premier prélèvement.

Dans la serre cultivée ''S_2'', le niveau de la salinité est resté pratiquement constant en surface (0-10 cm). Par contre nous avons observé une diminution du degré de la salure dans les deux niveaux sous- jacent (10-30 et 30-50 cm), cette diminution est due à la lixiviation des sels solubles de la surface par l'irrigation excessive, pour s'accumuler en profondeur entre 70-90 cm et 90-110 cm (Fig. 3a).

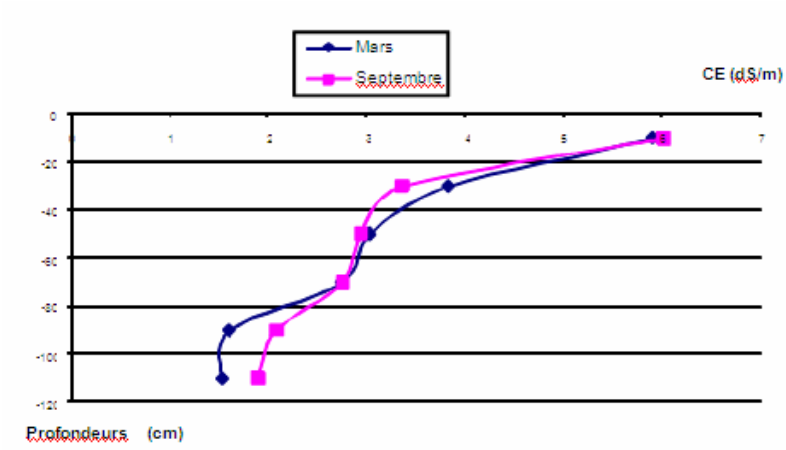


Fig. 3a : Variation des profils salins dans la serre "S2"

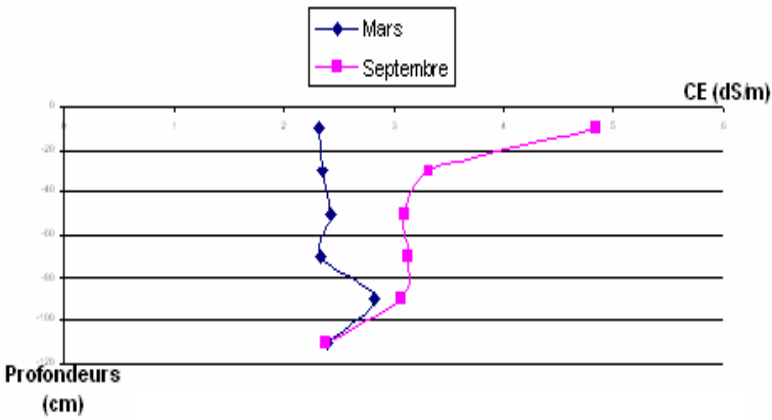


Fig. 3 b: Evolution de la salinité des sols dans les serres et le témoin

Pour la serre ''S_4'', il y'a une évolution de la salinité en surface, le degré de la salinité est passé de très salé à extrêmement salé (Fig. 3b). L'accumulation des sels à la surface a été favorisée par l'irrigation avec des eaux salines et aussi par l'évaporation élevée durant le mois de juillet et août.

Concernant le témoin, nous avons remarqué une augmentation de la salinité dans tous les niveaux du sol; elle est passée du degré salé à celui de très salé dans les profondeurs 0-10, 10-30 et 50-70 cm (Fig. 3c).
Selon l'emplacement des serres par rapport au drain, les résultats auxquels on a abouti (Tab. 3) ont montré que le stock de sels dans la rhizosphère (0-30cm) entre mars (P_1) et septembre (P_2) a augmenté dans la serre loin du drain ''S4'' (cultivée) et le témoin respectivement de 54810 et 48720 kg/ha. La salinité dans cette couche a été accentuée par la fluctuation de la nappe d'eau salée et l'insuffisance des eaux de pluie et d'irrigation pour lessiver les sels en profondeur. Dans la serre cultivée ''S_2'' la plus proche du drain, on note que le stock de sel a diminué de 5220 kg/ha; ceci résulte de l'action de lixiviation des sels sous l'effet d'irrigation et drainage.
D'autre part, on a remarqué, que la quantité de sels déposée dans la serre ''S_4''est plus importante que celle de témoin T. Lorsque l'eau d'irrigation est chargée et que les doses d'irrigation sont mal estimées, l'utilisation du goutte à goutte entraîne une accumulation de sels autour des racines (Askri et Rejeb ,2000). C'est le cas de la serre ''S_4''.

Tab. 3 : Stock de sel dans la rhizosphère (0-30 cm)

	S_2	S_4	T
% de Sels (P1) (0 – 10 cm)	1.89	1.17	0.74
% de Sels (P1) (10 – 30cm)	1.22	0.75	0.75
% de Sels (P1) (0 – 30 cm)	3.11	1.92	1.49
% de Sels (P2) (0 – 10 cm)	1.92	2.21	1.55
% de Sels (P2) (10 – 30 cm)	1.07	0.97	1.06
% de Sels (P2) (0 – 30 cm)	2.99	3.18	2.61
% P2 -% P1	-0.12	+1.26	+1.12
Poids de sels (kg/ ha)	-5220	+54810	+48720

En effet l'utilisation en zones arides d'eau fortement minéralisée, accentue le processus de salinisation et conditionne l'évolution pédologique des sols (Askri et al., 2003). Les concentrations en sel sont plus importantes dans l'horizon 0-20cm et particulièrement dans le cas du goutte à goutte (Askri et Rejeb, 2000). Les terres laissées longtemps en jachère ou abandonnées définitivement se salinisent également par remontée capillaire et évaporation superficielle (Gonzalez Barrios et al., 2002), c'est le cas du sol témoin.

Les travaux de l'I.T.D.A.S., ont permis de souligner les différences de comportement de plusieurs cultures vis à vis de la contrainte saline. D'une manière générale, le rendement des cultures de piment, poivron, courgette et tomate a baissé avec l'accroissement de la salinité de la solution du sol avec le temps. A cet effet, ces serres ont été laissées dès la compagne 2003-2004, ce qui rend aléatoire la rentabilité des cultures sous serres dans ces régions sahariennes.

CONCLUSION

La plasticulture en milieu saharien rencontre des contraintes relatives à la faible maîtrise de l'intinéaire technique. Parmi les paramètres il y'a l'utilisation d'eau fortement minéralisée qui accentue les processus de salinisation et engendre une salinisation secondaire intense des terres.
La serre éloignée du drain et le témoin ont subi une accumulation des sels dans la zone racinaire et ceci malgré la présence d'un réseau de drainage situé à quelques mètres. Cependant, la serre située aux abords immédiats du canal de drainage a enregistré un lessivage accentué des sels. Ceci laisse penser que ce genre de terres sableuses irriguées avec eau chargée peuvent se comporter d'une manière exemplaire si elles sont bien drainées. C'est à dire avec un réseau de drainage très rapproché des serres.
De même la méthode du goutte à goutte, si elle est mal utilisée favorise l'accumulation des sels. Pour ceci l'utilisation agricole durable de ces sols nécessite une opération de dessalage couplée avec des apports d'amendements argileux afin d'améliorer la fertilité et la réserve d'eau utile de ces sols. Pour diminuer la salinité dans ces sols, il est conseillé d'effectuer une irrigation massive une fois par année (irrigation par planche).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ASKRI H., et Rejeb S., 2000 - Effets de différentes techniques d'irrigation sur deux cultures
Maraîchères irriguées avec une eau saumâtre. Compte rendu du séminaire sur l'économie de l'eau en irrigation. Numéro spécial des annales de l'Institut National de Recherche en Génie Rural. Hammet, 14 – 16 novembre 2000, pp : 218 – 232.

ASKRI B., Bouhlila R. et Oliver J., 2003 - Modélisation des transferts d'eau et de sels dans les systèmes oasiens. Cas de Segdoud dans le Sud tunisien. Congrès de : ADENIT Association des anciens de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunisie -, SHF Société hydrotechnique de France -, ENIT Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunisie - et INAT Institut National Agronomique de Tunisie - et avec le soutien de la Direction de l'eau du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable de la République Française. Tunis, les 20, 21 et 22 mai 2003, pp : 177 – 183.

AUBERT G., 1978 - Méthodes d'analyses des sols CRDP. Marseille, 188p.

BAIZE D., 1988 - Guide des analyses courantes en pédologie. Choix, expression, Présentation, interprétation. I.N.R.A., Paris, 172 p.

BELATRECHE A., 2001-Résultats probants de la recherche. Expérimentation dans le domaine de la plasticulture. Compte rendu du séminaire sur les cultures maraîchères et Industrielles. ITCMI, Staouili, 29-30 octobre 2001, 101p.

DAOUD Y. et Halitim A., 1996 - La salure des sols en Algérie. Evolution et effet sur les propriétés de sols. Résumé de l'exposé in qualité des sols et des eaux. Séminaire. GRAM (INRA), 10 – 11 décembre 1996. Rennes.

DJILI K., Daoud Y., Gaouar A., et Beldjoudi Z., 2003 - La salinisation secondaire des sols au sahara. Conséquence sur la durabilité de l'agriculture dans les nouveaux périmètres de mise en valeur. Sécheresse ; 14 (4), pp241-246.

DSA, 2003 - Données sur l'évolution de la plasticulture dans la wilaya de Biskra de 1984 à 2003. Direction des services agricoles, Biskra.

EMBERGER L., 1995 Une classification biogéographiques des climats. Trav. Inst. bot., Montpellier.

FAO, 1995-Procedures for soil analysis..Reevwijk, 191p.

GONZALEZ Barrios J.L., Job J.O. et Allers R., 2002 - Irrigation et salinisation des sols dans la partie basse aride du bassin Naza-Aguanaval : Le périmètre de la Comarca Lagunera Nord – Mexique – Sécheresse ; 13 (4), pp : 244 – 250.

GOYSKOV N., 1964 - Notice explicative de la carte géologique de Biskra ech – 1/200.000

ITDAS, 2003 – données sur les serres de la station expérimentale de l'Institut Technique du Développement de l'Agronomie Saharienne. Rapport annuel 2002 –2003, 24p.

U.S.SALINITY Laboratory Staff.1954-Diagnosis and improvement of saline and alkalis Soils. U.S.D.A hand book n° 60, 160p.

CHANGEMENT DE LA QUALITE DES SOLS IRRIGUES DE LA PLAINE D'ELOUTAYA (BISKRA) : DONNEES DE BASE ET HYPOTHESES.

L. BENAOUDA [(1)] ,T. ASSAMI [(1)], W.MERIDJA [(1)], S. HALITIM [(2)], A. HALITIM [(2)]
[(1)] CRSTRA Biskra [(2)] Dpt Agronomie Université de Batna
E-mail : benaouda_ram@yahoo.fr

RESUME :
La plaine d'El Outaya (Biskra) est située à la limite des étages bioclimatiques aride et hyper aride, puisque la pluviométrie annuelle moyenne est de 108 mm ; l'irrigation est donc indispensable pour les cultures.
Dans le passé (avant la construction du barrage « Fontaine des Gazelles » en 2000), la plaine était soumise fréquemment à des épandages d'eaux de crues de l'oued El Haï, qui lixivient les sels et dont les sédiments améliorent la fertilité des sols. A l'heure actuelle l'agriculture utilise des eaux salées et sodico-magnésiennes du barrage et celles des forages souvent très salées.
L'emploi de telles eaux pour l'irrigation aura un impact négatif certain sur la qualité des sols et par conséquent sur la durabilité de l'agriculture dans ce périmètre.
L'objectif de notre contribution est de présenter et discuter les caractéristiques des sols et des eaux et d'émettre des hypothèses sur les relations eaux – sols et leurs conséquences sur les indicateurs de qualité des sols.
Les sols de la région d'El Outaya sont de texture variable mais généralement fine, ils sont d'apport alluvial plus ou moins salés ou sodiques (sols peu évolués et halomorphes selon la CPCS, 1967). Ces sols sont basiques (pH entre 7.4 et 8.6), avec un taux de matière organique entre 0.3 à 3.1%, mais généralement faible, très excessivement calcaires (de 26.6 à 63.6%) et gypseux à très gypseux (de 6.3 à 28.6%). Ces sols sont non salés à excessivement salés (C.E de la pâte saturée de 0.4 à 57.8 mmhos/cm), non sodiques à excessivement sodiques (SAR varie de 0.4 à 67.3).
Les eaux des forages présentent un risque de salinisation élevé à très élevé et un risque de sodicité faible à moyen, et appartiennent à trois classes selon RICHARDS (1954) (C3.S1, C4.S1, C4.S1), ces eaux sont salées à très salées (CE varie entre 1,7 à 7,1 mmhos/cm), SAR est faible à moyen (de 2 à 14.5).

Les eaux du barrage sont salées avec une CE de 2.5 mmhos/cm et un SAR de 2.34, elles présentent donc un risque de salinisation très élevé et un risque de sodicité faible (C4.S1).
En dépit de la richesse des sols en calcaire et surtout en gypse, l'irrigation aura des répercutions néfastes sur certaines propriétés fonctionnelles, telles que la perméabilité, la réserve utile, la dispersion, la stabilité structurale, et par conséquent sur la fertilité des sols et les performances de l'agriculture dans cette région. L'intensification de l'agriculture, sa productivité et sa durabilité exigeront que des précautions soient prises, notamment en matière de drainage, d'amendements, de fraction lessivante, de choix des sols à irriguer et des cultures à pratiquer.

Mots clés: zone aride, irrigation, qualité des sols, salinité, durabilité.

INTRODUCTION

En Algérie, la zone aride représente près de 95% du territoire nationale dont 80% dans le domaine hyperaride (HALITIM, 1988).
La plaine d'El Outaya (Biskra), fait partie de cet ensemble et se situe à la limite des étages bioclimatiques aride et hyperaride, puisque la pluviométrie annuelle moyenne est de 108 mm. Dans cette région la conduite des cultures ne peut se concevoir sans irrigation et l'optimisation des productions agricoles, n'est possible qu'avec une maîtrise de la gestion de l'eau et de sol.
La plaine d'El Outaya est, à l'instar de toutes les régions arides, est confrontée au problème de la salinisation (AUBERT, 1960 ; DURAND, 1983), actuellement plus que par le passé. En effet, avant la construction du barrage « Fontaine des Gazelles » en 2000, la plaine été soumise fréquemment à des épandages d'eaux de crues de l'Oued El Hai, qui lixivient les sels et dont les sédiments améliorent la fertilité des sols. A l'heure actuelle, l'agriculteur utilise des eaux salées et sodico-magnésiennes du barrage et celles des forages très salées.
L'emploi de telles eaux affectera surement la qualité des sols et les rendements des cultures, mettant en péril l'intensification de l'agriculture dans cette région. En effet, et cela à l'échelle mondiale, l'utilisation des eaux de mauvaise qualité et l'utilisation de méthodes d'irrigation inadaptées, a entrainé la salinisation et la sodisation de plus de la moitié des terres irriguées (SNOUSSI et HALITIM, 1998).
Notre travail consiste par conséquent, à caractériser les sols et les eaux de cette région, à analyser les relations eau-sol et à émettre des hypothèses sur les changements de la qualité des sols irrigués.

MATERIELS ET METHODES

Situation et conditions écologiques

La plaine d'El Outaya est située dans le Nord-Ouest de la région de Biskra, son territoire s'étend sur une superficie de 406,10km^2 (DPAT, 2007), Elle est limitée au Nord par El Kantara, au Sud par Biskra et El Hadjeb, à l'Est par Branis et Djemorah et à l'Ouest par Tolga (fig. 1).

Les pluies au niveau de la zone sont de faible importance et leur répartition est irrégulière, la pluviométrie annuelle moyenne est de 108,1mm. La région se caractérise par une forte température dont la moyenne annuelle est de l'ordre de 21.7°C, avec des fortes variations saisonnières. La température maximale enregistrée est de 39.4°C (Juillet), tandis que la minimale est de l'ordre de 21°C (Janvier).

L'évapotranspiration moyenne annuelle est plus de 2000 mm/an. L'indice mensuel d'aridité de Martonne montre à la station d'El Kantara, que la majorité des mois présentent les caractéristiques du climat semi-aride et le reste de l'année celles du climat désertique et hyperaride.

Le vent est un agent important de l'érosion, de la désertification et de la formation des sols. En effet, il augmente l'évapotranspiration et contribue à dessécher l'atmosphère et donc affecter l'humidité. Le vent influence fortement aussi les cultures, il diminue la pollinisation, provoque la chute des fruits et l'échaudage des céréales, il exerce une action mécanique sur les arbres et les bâtiments. La région d'El Outaya est souvent soumise à l'action des vents chauds tels que le Sirocco. Les vents dominants graves proviennent du Nord-Ouest. Les vents issus du Sud sont les plus secs et froids en hiver, en été, ils deviennent très desséchants.

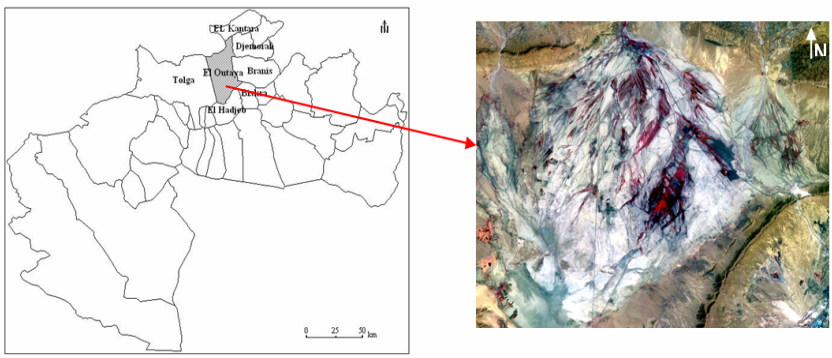


Figure 01: Situation géographique de la région d'El Outaya.

Dans l'ensemble c'est le plat qui caractérise la plaine d'El Outaya, avec une pente générale qui avoisine les 0.2% suivant la direction Nord-Ouest. Cette

dernière est traversée du nord au sud, par Oued El-Hai, sur lequel est construit le barrage en amont sur le site "Fontaine des gazelles". Du point de vue géologique, la plaine d'El Outaya est le résultat d'un remplissage Mio-Pliocène-quaternaire caractérisé par :

- ✓ Des dépôts quaternaires très hétérogènes (alluvions, sables, travertins, dunes et poudingues) sont développés dans les lits des oueds et les zones basses.
- ✓ Des dépôts Mio-Pliocènes caractérisés par des graviers, des grès conglomératiques à grains fins à moyens, avec des passées d'argiles et de marnes gypseuses.

Les passages latéraux de faciès et les hétérogénéités lithologiques sont très fréquents. Le diapir de sel (Trias) reste l'élément le plus important dans la tectonique de la région, il est représenté par le Djebel Melah. L'étude de la série lithologique de ce dernier met en évidence la présence de roches évaporitiques et des contacts anormaux.

La notice explicative de la carte hydrogéologique de Biskra établie par SALEM et *al.* (1979), montre l'existence d'un certain nombre d'aquifères et parmi lesquels, on peut citer quatre aquifères principaux : la nappe phréatique du Quaternaire, la nappe des calcaires de l'Eocène inférieur, la nappe profonde et la nappe du Mio-Pliocène (fig. 02).

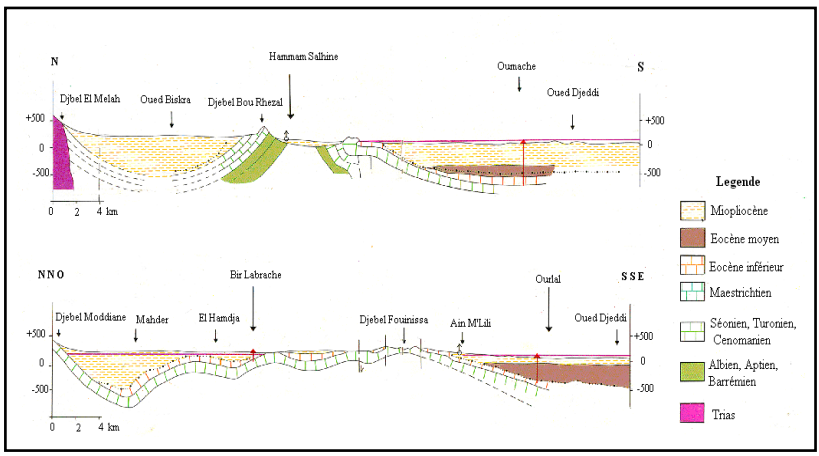


Figure n°02: Coupe hydrogéologique schématique (extrait de la carte hydrogéologique de Biskra 1/200 000).

A partir de nos propres données d'analyse de sol effectuée au niveau de la station CRSTRA d'El Outaya et celle de l'ANRH (1980), incluse dans l'étude agro-pédologique d'El Outaya, d'une part, et des données sur

l'analyse des eaux de forages de la région d'El Outaya (BRINIS, 2003), et des eaux du barrage « Fontaine des Gazelles », une caractérisation des sols et des eaux de cette plaine a été effectuer d'autre part. Elle est suivie par une analyse des changements de la qualité des sols irrigués.

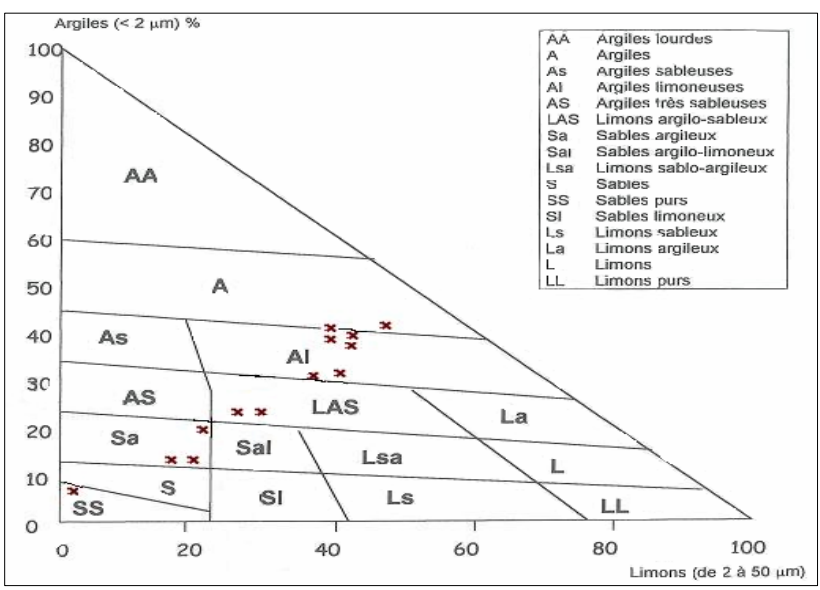
RESULTATS ET INTERPRETATIONS

I. CARACTERISATION DES SOLS ET DES EAUX DE LA PLAINE D'EL OUTAYA

I.1. Caractérisation des sols de la plaine d'El Outaya

On distingue au niveau de la plaine d'El Outaya des sols peu évolués d'apport alluvial modal, des sols colluviaux halomorphes, des sols salins, sols salins sodiques (CPCS, 1967). Ces sols se caractérisent par des textures variables (des sols très sableux aux sols argileux), dont la réponse à la salinité et à la sodicité est probablement différente (fig. 03).

Figure n°03 : Triangle textural des sols de la région d'El Outaya.



Ces sols sont basiques (pH entre 7.4 et 8.6), avec un taux de matière organique entre 0.3 à 3.1%, mais généralement faible, très excessivement calcaires (de 26.6 à 63.6%) et gypseux à très gypseux (de 6.3 à 28.6%). Ces sols sont non salés à excessivement salés (C.E de la pâte saturée de 0.4 à

57.8 mmhos/cm), non sodiques à excessivement sodiques (SAR varie de 0.4 à 67.3). L'ESP varie de 8.78 à 68.23%.
Concernant le faciès chimique des eaux de la solution du sol, il est variable, chloruré, sulfaté, chloruré magnésien, chloruré calcique, chloruré sodique, sulfato-magnésien, sulfato-calcique et sulfato-sodique.

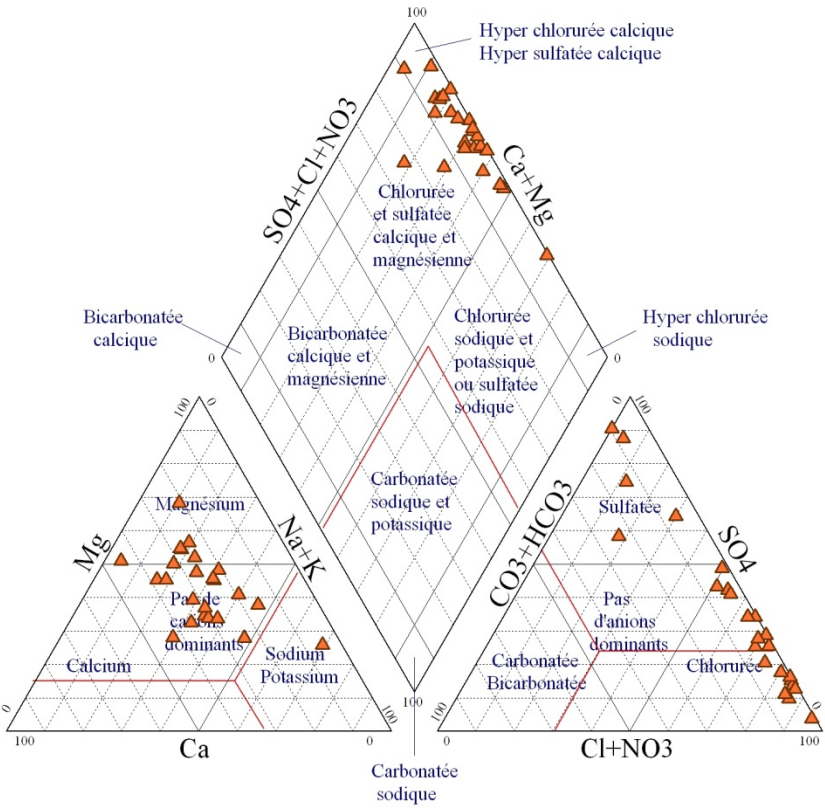


Figure n°04 : Diagrammes de Piper de la solution du sol de la plaine d'El Outaya.

I.2. Caractérisation des eaux de la plaine d'El Outaya

Actuellement l'irrigation de la plaine est réalisée à partir des eaux des forages et des eaux du barrage Fontaine des gazelles.

- **Les eaux de forages**

Les forages de la région captent l'aquifère du Mio-Pliocène et sont surtout réservé pour l'agriculture. Leur eau est caractérisée par une conductivité électrique qui varie entre 1.10 et 5.94 mmhos/cm, et un pH légèrement basique variant entre 7.4 et 8.9 (BRINIS, 2003). On a trois familles d'eau, sulfatés calciques et magnésiennes et sulfatés sodiques (fig. 5).
Les eaux des forages appartiennent à trois classes selon RICHARDS (1954) (C3.S1, C4.S1, C4.S1), elles sont salées à très salées (CE varie entre 1,7 à 7,1 mmhos/cm), avec un risque de sodicité faible à moyen (SAR de 2 à 14.5).
Il est important de noter que le faciès chloruré n'existe pas dans les eaux des forages, à la différence des solutions des sols.

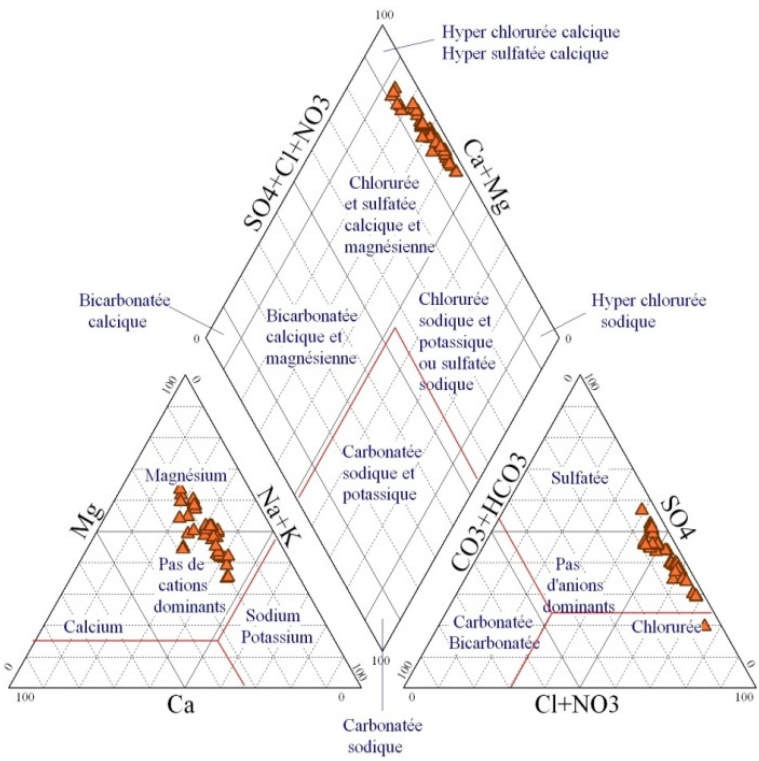


Figure n°05: Diagrammes de Piper des eaux souterraines de la plaine d'El Outaya.

➢ **Les eaux du barrage**

Les eaux du barrage enregistrent une conductivité électrique égale à 2.5 mmhos/cm, et un SAR de 2,34, elles présentent donc un risque de salinisation très élevé et un risque de sodicité faible (C4.S1). L'eau du barrage ayant une conductivité électrique à 25°C égale à 2.5mmhos/cm, fait

partie de la classe de salure très salée, vis-à-vis du sol et peu salé vis-à-vis des plantes (tableau 1).

Tableau 1. Résultat d'analyse de l'eau du barrage.

CE mmhos/cm	Résidu sec mg/l	pH	Cations en meq/l				S.A.R	Classe riverside
			K^+	Ca^{++}	Mg^{++}	Na^+		
2.5	2754	7.6	0.256	10.3	24.5	9.78	2,34	C_4S_1

Source: Barrage « Fontaine des gazelles »

A partir de la caractérisation des sols et des eaux, nous observerons dans une deuxième étape les changements de la qualité des sols irrigués avec de telles eaux et leurs conséquences.

II. CHANGEMENT DE LA QUALITE DES SOLS

II.1. Evolution de la salinité des sols

Les sols ont une salinité de 0.4 à 57.8 mmhos/cm et une texture variable allant de la texture sableuse à une texture argileuse, passant par une texture équilibrée. En irriguant avec des eaux de salinité qui varie entre (1,7 à 7,1 mmhos/cm), il est probable qu'à l'équilibre, la salinité des sols sera très différente selon les associations eau/sol.

En milieu Saharien, les expérimentations menées par DJILI et *al.* (2003), montrent que la salinité, qui était initialement inférieure à 2 dS/m dans les horizons de surface, est passée à plus de 12 dS/m après 5 campagnes d'irrigation. L'intensité de la salinisation est en rapport avec la qualité des eaux d'irrigation utilisées.

Dans ces conditions (DAOUD et HALITIM, 1994), avaient apportés que la concentration en sels augmente progressivement dans la zone racinaire à chaque irrigation jusqu'à la stérilisation du sol, à moins que ces sels ne soient pas éliminés par lessivage et drainage.

Dans notre cas (sol à texture et salinité variables et les eaux d'irrigation de salinité, aussi variable), nous avons plusieurs cas de figures :

- ✓ Des eaux peu salées et un sol sableux non salé, il y a probabilité qu'il n'y a pas une augmentation de la salinité des sols (cas des eaux du barrage)
- ✓ Des eaux peu salées et sol à texture fine, il y a une augmentation de la salinité du sol.
- ✓ Des eaux salées et un sol sableux non salé, il y a une augmentation de la salinité du sol, (mais faible).

- ✓ Des eaux salées et un sol à texture fine non salé, il y a une augmentation de la salinité du sol.
- ✓ Des eaux salées et un sol à texture fine salé, il y a une forte augmentation de la salinité du sol.
- ✓ Des eaux peu salées et un sol sableux salé, il y a diminution de la salinité du sol.

II.2. Changement de la sodicité

Dans l'utilisation d'eaux salées en irrigation il est utile d'étudier l'évolution de la composition du complexe adsorbant (les cations). En effet la fixation du sodium par le sol (phénomène d'alcalinisation) risque d'entraîner la dégradation de la structure du sol avec les conséquences que cela comporte (imperméabilité, asphyxie, stérilité) (CRUESI, 1970).

Concernant le changement de la sodicité du sol de la région d'El Outaya, nous avons aussi plusieurs cas de figures qui sont les suivants:

- ✓ Les eaux à SAR faible (2), et un sol avec un SAR faible (0.4), il y a une légère augmentation de la sodisation du sol.
- ✓ Les eaux à SAR élevé (14.5) et un sol à SAR élevé (67), avec un lessivage il y a diminution de l'ESP, mais en absence du lessivage il y a augmentation de l'ESP.

D'une manière générale, l'irrigation avec les eaux des forages ou du barrage va provoquer selon les cas une diminution ou augmentation de l'ESP.

Le SAR de l'eau d'irrigation a une incidence sur le pourcentage de sodium échangeable (ESP) du sol mais la relation n'est pas toujours directe, car l'ESP du sol est conditionné par le SAR de la solution de sol, qui change continuellement. Après irrigation, la solution de sol devient plus concentrée à mesure que la culture transpire; son SAR augmente donc également. La concentration provoque la précipitation de calcium et/ ou de magnésium sous forme de carbonate, le SAR augmentera encore. Plus la teneur totale en sel de l'eau d'irrigation est élevée, plus son SAR doit être faible si l'on veut que le ESP du sol reste au-dessous d'un niveau donné (FAO, 2008).

III. CONSEQUENCES

III.1. Conséquence sur la perméabilité du sol

La perméabilité est l'indicateur essentiel à la fertilité des sols et l'impact de la salinité (et de la sodicité) sur le changement de la qualité des sols. Quand l'ESP augmente on assiste à un gonflement et une dispersion des particules (TESSIER, 1984), avec colmatage des pores, et une diminution de la perméabilité.

Quand la salinité augmente, la floculation des particules, freine la dispersion de ces dernières, d'où une amélioration de la perméabilité du sol. Dans le cas d'un fort ESP, mais associé à une forte salinité, on assiste aussi à une floculation des particules.

Une grande quantité d'ions sodium dans l'eau affecte la perméabilité des sols et pose des problèmes d'infiltration. Ceci est dû au fait que le sodium présent dans le sol en forme échangeable remplace le calcium et le magnésium adsorbés sur les argiles de sol et cause la dispersion des particules dans le sol. Par exemple les sols sableux ne subiront pas de dommage, si contrairement aux plus lourds quand ils sont irrigués avec de l'eau à SAR élevé (LENNTECH, 2008). SAIDI et *al.* (2004), montrent que le déclenchement du mécanisme de dispersion physico-chimique est bien lié principalement à la teneur en sodium échangeable, et secondairement à la conductivité électrique de l'extrait de la pâte saturée. Selon HALITIM (1988), le SAR est considéré comme un bon indicateur du pouvoir alcalisant d'une eau.

La présence de quantités excessives de sodium échangeable dans le sol favorise la dispersion et le gonflement des minéraux argileux (FAO, 2008). Les sols deviennent alors très sensibles à la formation de croûte de battance qui limite l'infiltration de l'eau et favorisent le ruissellement (CALVET, 2003; SALIM et TESSIER, 1998). Le sol devient alors imperméable à l'air et à l'eau. SALIM et TESSIER (1998), constatent aussi que le gonflement diminue avec l'augmentation de la concentration saline et augmente avec l'ESP, ils démontrent aussi que plus l'ESP est élevé, plus la conductivité hydraulique est faible.

Les sols d'El Outaya ont une texture variable allant des sols sableux aux sols argileux, passant par une texture équilibrée, donc la perméabilité est variable. La perméabilité va subir des conséquences dans les sols à texture lourde surtout quand ils sont irrigués avec des eaux ayant un SAR élevé, par contre les sols sableux et sols très sableux n'enregistrent aucun problème.

La perméabilité du sol est en relation avec la dispersion et le gonflement des particules du sol. Nous pouvons déterminer les cas suivants:

- ✓ Quand l'ESP augmente, il y a dispersion et gonflement des particules du sol et par conséquent, diminution de la perméabilité.
- ✓ Quand la conductivité électrique augmente, le gonflement diminue, donc la perméabilité diminue à son tour.
- ✓ Avec un ESP élevé et une conductivité électrique élevée, il n'y a pas de gonflement ou de dispersion des particules et par conséquent une bonne perméabilité.

III.2. Conséquences sur la stabilité structurale

La stabilité structurale est le croisement entre la perméabilité et la dispersion du sol. Selon LENNTECH (2008), la dispersion a comme conséquence l'altération des agrégats des sols, le sol devient alors dur et compact (lorsqu'il est sec) réduisant ainsi les vitesses d'infiltration de l'eau et d'air, entrainant la dégradation de la structure.

En règle générale dans les sols, la dispersion peut être supposée se produire quand l'ESP est plus élevé que 15% et CE moins de 4 mmhos/cm (OSU Soil, 2008). Donc avec un ESP supérieur à 15% et une salinité faible, il se produit une dégradation de la structure.

La stabilité structurale dépend aussi de la nature du sol, un sol sableux ne représente pas de risque de dégradation de la structure, par contre un sol lourd à texture argileuse est très apte à la dégradation.

Les sols de la plaine d'El Outaya sont non salés à excessivement salés et sont non sodiques à excessivement sodiques, la stabilité structurale de ces sols va diminuer quand ils sont irrigués avec des eaux à SAR élevé, il y aura une augmentation de l'ESP du sol et par conséquent dispersion des particules, surtout dans le cas des sols à texture lourde à faible teneur en sels.

III.3. Conséquence sur le comportement des plantes

Quand le sodium remplace le calcium et le magnésium adsorbés, il provoque la dispersion des particules du sol. Il y a donc éclatement des agrégats du sol ce qui traduit par un sol dur et compact lorsqu'il est sec et excessivement imperméable à l'eau (COUTURE, 2004). Par conséquent, avec un ESP élevé il y a compaction du sol ce qui diminue sa perméabilité et son aération et influence alors le développement du système racinaire des plantes, ainsi que la disponibilité en eau.

La salinité influence aussi le développement des cultures. Selon SOUTTER et *al.* (2007), une forte concentration en ions se traduit en effet par un accroissement de la pression osmotique qui rend plus difficile l'extraction

d'eau par les plantes. Ce qui réduit les quantités d'eau disponibles pour la plante au niveau des racines (WARRENCE et *al.* 2003).
Les eaux salées entravent la nutrition minérales des plantes cultivées par la toxicité de certains éléments chimiques et notamment le chlore et parfois le bore (CALVET, 2003), et aussi par le déséquilibre ionique qui affecte les nutritions phosphatée et azotée.

IV. Perspectives

La prévention et la mise en valeur des sols de la plaine d'El Outaya demandent une gestion intégrée, prenant en considération certains aspects agronomiques, parmi lesquels on a :

- ✓ **Problème de drainage**

Le drainage des terres irriguées est très important pour contrôler et réduire la salinisation des sols, malgré les coûts élevé. Le canal principal de drainage permettra d'évacuer l'excédent d'eau d'irrigation vers Oued El Hai ou bien la dépression de Selga.

- ✓ **Dose de lessivage :**

L'irrigation des sols salés nécessite en plus de l'eau apportée aux cultures, un volume excédentaire permettant de lixivier les sels en profondeur. La détermination de la dose de lessivage est fonction de plusieurs paramètres, dont les caractéristiques des sols et des eaux d'irrigation.

- ✓ **Problème du choix des eaux d'irrigation**

Dans les régions arides, le choix des eaux d'irrigation est limité à cause de la non disponibilité des eaux de bonne qualité à l'irrigation. Le choix des eaux d'irrigation s'effectuera en relation avec la caractérisation du sol et le profil salin, compatible avec les spéculations pratiquées.

- ✓ **Valorisation des eaux d'irrigation** :

Selon SNOUSSI et HALITIM (1998), la diminution du rendement de la culture ainsi que la qualité du fruit est en relation directe avec la concentration saline des eaux naturelles. L'addition d'éléments nutritifs aux eaux naturelles salines permet de diminuer l'effet de la salinité en accroissant à la fois la production totale et la qualité des fruits. La transformation des eaux naturelles salines en solutions nutritives modifie de façon significative les paramètres de croissance et de production.
Ainsi la qualité des eaux d'irrigation de la plaine d'El Outaya peut être améliorée par l'apport d'éléments nutritifs.

- ✓ **Mélange des eaux :**

Il s'agit là, de trouver un compromis entre la disponibilité en eau, le comportement des sols et la tolérance des cultures pratiquées, en procédant à des mélanges d'eau de différentes concentrations solides.
On peut aussi procédé à des amendements minéraux (gypse) et organiques pour améliorer les propriétés du sol.

- ✓ **Choix d'espèces tolérantes à la salinité**

La tolérance des plantes cultivées vis-à-vis de la salinité varie largement en fonction de l'espèce, de la variété, du stade végétatif et des facteurs liés au milieu (DAOUD et HALITIM, 1994). Néanmoins l'historique de la région et le choix stratégique du pays et les données agro-climatiques, doivent nous orienté vers des cultures résistantes à la salinité telles que les céréales et les cultures fourragères.

- ✓ **Mode d'irrigation**

On peut réduire le risque de l'utilisation des eaux salées en irrigation par l'adoption d'un mode d'irrigation qui convient le mieux dans ces régions arides. Par exemple, l'irrigation par submersion utilise beaucoup d'eau et permet une lixiviation des sels.

L'irrigation par aspersion avec des eaux salées, à des teneurs élevées en sodium et aluminium, peuvent défolier les plantes sensibles (COUTURE, 2003).

En irrigation localisée, le taux d'humidité dans la zone racinaire reste élevé, ce qui limite les risques d'accroissement de la concentration en sels et de la pression osmotique, et permet d'après SOUTTER et *al.* (2007), l'utilisation d'eaux de concentrations plus élevées qu'avec les techniques traditionnelles et par aspersion.

La réduction du risque de salinisation et alcalinisation secondaire dans la plaine peut se faire en conjuguant des périodes d'irrigation localisée (goutte à goutte), avec des périodes d'irrigation par submersion permettant la lixiviation des sels.

CONCLUSION

La caractérisation des sols et des eaux de la plaine d'El Outaya a permis de mettre en évidence la grande épaisseur de leur solum, leur richesse en calcaire et en gypse, l'extension de la salinité, ainsi que leur diversité texturale, même si cela ne doit pas cacher l'importance des sols à texture fine. Quant aux eaux, l'interprétation des données analytiques montre que celles provenant des forages présentent un risque de salinisation élevé à très élevé et un risque de sodisation faible à moyen, alors que celles du barrage « Fontaine des Gazelles » indiquent un risque de salinisation très élevé et un SAR faible. Les faciès géochimiques des eaux et des solutions du sol sont essentiellement sulfatés, cependant dans les sols contrairement aux eaux, le faciès chloruré est parfois mis en évidence.

Des hypothèses émises à partir de ces données et des travaux existants, sur les conséquences de la substitution ces eaux aux crues, il en ressort une modification de la salinité des sols, du faciès géochimique, de la garniture ionique du complexe adsorbant avec des répercutions très probables sur les principales propriétés fonctionnelles des sols, telles que la perméabilité, la

dispersion, et la stabilité structurale, ainsi que sur la croissance et le développement des espèces végétales.
Afin de préserver la fertilité des sols, d'améliorer les performances de l'agriculture dans cette région, enfin d'assurer une agriculture durable des travaux d'aménagement doivent être entrepris (notamment le drainage) des techniques agricoles appropriées doivent être appliquées (fraction de lessivage, amendements), et des espèces tolérantes à la salinité doivent être retenues (céréales, fourrages).
Dans cette région, à l'instar des zones arides, le recours obligatoire à l'irrigation à l'aide d'eaux chargées en sels, et le pouvoir évaporant de l'air conduisent inévitablement à la dégradation de la qualité des sols. Et il devient indispensable de prédire à l'aide d'expérimentations et de modélisation le mouvement des sels, le profil salin maîtrisable, compte tenu des techniques disponibles, et compatible avec la tolérance des plantes.
Dans les zones arides et semi-arides, l'eau est le principal facteur limitant la production agricole, la présence des sels solubles dans l'eau d'irrigation et le pouvoir évaporateur de l'air dans les zones irriguées conduisent souvent à la salinisation des sols, donc le recours à la modélisation des mouvements des sels dans les sols irrigués est un moyen pour prédire l'évolution de et le suivi de la qualité de ces derniers.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANRH (1980) : Etude agro-pédologique de la plaine d'El Outaya (1/100 000).
AUBERT G (1960) : Les sols de la zone aride, étude de leur formation, de leurs caractères, de leur conservation. *Actes coll. UNESCO de Paris sur les problèmes de la zone aride, pp 127 – 150.*
BRINIS N (2003) : Essai d'explication de la salinité des eaux de la nappe du Mio-Pliocène : cas de la zone Est de la plaine d'El Outaya. *Mém mag. Univ Annaba, 97p.*
CALVET R (2003) : Le sol : propriétés et fonctions.
Tome 2 : phénomènes physiques et chimiques, applications agronomiques et environnementales. *Dunod, édti. France Agricole, 511p.*
CRUESI (1970) : Rapport sur les résultats du projet, conclusions et recommandations. *UNESCO, serial n°1604/BMS.RD/SCT, 66 p.*
COUTURE I (2004): Analyse d'eau pour fin d'irrigation. *MAPAQ Montérégie-Est, Agri-Vision. 8p.*
DAOUD Y et HALITIM A (1994) : Irrigation et salinisation au Sahara algérien. *Sécheresse n°3, vol. 5, pp 151 – 160.*
DJILI K, DAOUD Y, GAOUAR A, BELDJOUDI Z (2003): La salinisation secondaire des sols au Sahara: Conséquences sur la durabilité de

l'agriculture dans les nouveaux périmètres de mise en valeur. *Sécheresse, vol. 14, no4, pp. 241-246*

DPAT (2007): Monographie de la wilaya de Biskra. *155p.*

DURAND J H (1983) : Sols irrigables, étude pédologique. *Paris : Agence de coopération culturelle et technique, 339 p.*

FAO (2008) : Evaluation des terres pour l'agriculture irriguée (A.10, sodicité). *http://www.fao.org/DOCREP/003/S8500F/s8500f0e.htm#b10-A.10%20Sodicité*

HALITIM A (1988): Sols des régions arides d'Algérie. *Office des Publications Universitaires, 348p.*

LENNTECH (2008) : Le SAR et l'irrigation. *http://www.lenntech.com/fran%E7ais/irrigation/SAR-risque-pour-eau-irrigation.htm*

MON R, IRURTIA C, BOTTA G F, POZZOLO O, MELCON FB, RIVERO D et BOMBEN M (2007) : Effects of supplementary irrigation on chemical and physical soil properties in the rolling pampa region of Argentina. *Cien. Inv. Arg. 34(3): pp 187 – 194.*

OSU Soil (2008): Interpreting soil salinity analyses. OSU Soil, Water and Forage Analytical Laboratory. *http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Document-2657/L-297.pdf*

SAIDI D, LE BISSONNAIS Y, DUVAL O, DAOUD Y, HALTIM A (2004) : Effet du sodium échangeable et de la concentration saline sur les propriétés physiques des sols de la plaine du Cheliff (Algérie). *Etude et gestion des sols, Volume 11, 2, pp 81 -92.*

SALEM A, COMBS P, CAQUEL, ZWAHILEN F, BIOUT F Z, RIECHE J, ACHI A (1979) : Carte hydrogéologique de Biskra (1/200 000). *Direction des études du milieu et de la recherche hydraulique. Service hydrogéologie.*

SALIM S et TESSIER D (1998) : Evolution des propriétés pyhsiques et physico-chimiques de sols salés de la basse vallée de l'Euphrate (Syrie). *Etude et gestion des sols, 5, 4, pp 277 – 288.*

SNOUSSI S A, HALITIM A (1998) : Valorisation des eaux salines pour la nutrition minérale des plantes cultivées. *Etude et gestion des sols, 5, 4, pp 289 – 298.*

SOUTTER M, MERMOUD A et MUSY A (2007) : Ingénierie des eaux et du sol, processus et aménagement. *1ère édit, science et technologie de l'environnement. 294p.*

TESSIER D (1984) : Etude expérimentale de l'organisation des matériaux argileux : hydratation, gonflement et structuration au cours de la dessiccation et de la réhumectation. INRA, 361p.

WARRENCE N. J, PEARSON K. E et BAUDER J.W (2003): The basics of salinity and sodicity effects on soil physical properties.
http://waterquality.montana.edu/docs/methane/basics_highlight.shtml

INFLUENCE DU GYPSE SUR LA DYNAMIQUE DU PHOSPHORE ET CINETIQUE DE L'ABSORPTION PAR LE RAY-GRASS

RAZI S [1] ET HALITIM A [2]
[1] Département d'agronomie, faculté des sciences et des sciences de l'ingénierie, université de Biskra. Sabah_razi@yahoo.fr
[2] Département d'agronomie, faculté des sciences, université de Batna

RESUME

L'objectif de notre expérimentation est d'étudier l'influence des teneurs croissantes de gypse sur la dynamique du phosphore dans le sol et sa cinétique d'absorption par le ray-grass.
L'essai est conduit au laboratoire en pots de matière plastique, avec un sol non salé, auquel le minerai de gypse été apporté à différents pourcentages (0%, 5%, 20%, 40%, et 60%). Pour mieux démontrer l'effet du gypse sur la dynamique du phosphore. Trois doses d'engrais de triple superphosphate ont été apportées. L'évolution de l'assimilabilité du phosphore été étudiée par la méthode d'extraction ; Joret-Hebert, et suivie en fonction du temps (après 21,36 et 51 jours). En parallèle, l'assimilabilité du phosphore été appréciée par la culture de ray-grass d'Italie. Trois coupes simultanées aux prélèvements du sol sont réalisées. A l'issu de chaque coupe, la matière sèche produite, la teneur en phosphore de la plante, ainsi que les quantités de phosphore absorbées par la plante sont déterminées.
Les résultats obtenus ont fait ressortir que :
Le sol sans gypse retient le phosphore, car il présente un pH basique, et un taux de saturation élevé du complexe adsorbant.
La faible teneur en gypse du sol peut être considérée non néfaste à l'assimilabilité du phosphore après apport d'engrais.
Le phosphore est insolubilisé par les teneurs élevées de gypse. L'insolubilisation de ce dernier est expliquée par sa réaction avec le Ca^{2+} apporté par le gypse, et son adsorption sur la surface du gypse.
Le test biologique a montré que l'apport d'une teneur de 5% de gypse a un effet favorable sur la cinétique de la croissance et de prélèvement du phosphore par la plante. Alors que les teneurs moyenne et élevée de gypse (≥20%) ont un effet inverse.

INTRODUCTION

La salinisation des terres est un problème majeur touchant les régions arides et semi-arides, cas de l'Algérie. En effet, la salinisation est l'accumulation des sels (calcaire, gypse, chlorure de sodium, etc…) dans le sol à des teneurs supérieurs au seuil de tolérance des cultures, ce qui conduit à la réduction des rendements, à des terres incultes ou à l'installation d'un paysage spécifique (espèces végétales tolérantes les fortes teneurs en sels). Parmi ces sels on note le gypse. Ce dernier utilisé comme amendement pour les sols très argileux, sols salés et sols acides, conduit à l'amélioration des qualités physico-chimiques de ces sols, c'est un amendement calcique et source de soufre, favorise l'infiltration dans les sols très argileux, la floculation dans les sols sodiques et diminue la toxicité par l'aluminium dans les sols acides, joue un rôle contraire à de forte teneurs. En effet un sol est dit gypseux lorsqu'il présente une teneur en gypse supérieure à 5% (FAO, 1990), ces sols occupent 1.8% de la surface de la terre mais 12.2% de la surface de l'Algérie.

Ils présentent plusieurs contraintes à la production agricole liée à leurs propriétés physico-chimiques et à leurs fertilités, ils sont généralement pauvres en éléments nutritifs, surtout en phosphore. Cet élément, nécessaire à la croissance des plantes et jouant un rôle important dans le métabolisme, peut conduire par ces carences à une diminution importante des rendements agricoles.

Les teneurs des sols gypseux en phosphore total sont faibles, ainsi que les teneurs en phosphore assimilable. Il devient très important d'étudier le statut phosphorique des sols gypseux et l'effet du gypse sur la dynamique de cet élément (La détermination des teneurs en phosphore assimilable) et de sa biodisponibilité pour les cultures, ainsi que la détermination du seuil de gypse à partir duquel cet élément devient un facteur limitant de la production.

Peu d'études sont réalisées dans ce contexte. La détermination des teneurs en phosphore assimilable est réalisée souvent par analyses chimiques, extraction par les produits chimiques et dosage. Plusieurs méthodes sont adoptées selon la nature du sol, il importe donc de choisir la méthode la plus convenable à l'extraction de cet élément dans les sols gypseux.

Le présent travail porte sur les objectifs suivants :

- l'étude de la dynamique du phosphore dans un sol à teneurs croissantes en gypse (0, 20, 40 et 60%) et un sol à 5% de gypse, teneur à partir de laquelle un sol est dit gypseux.
- l'étude de la biodisponibilité de cet élément pour la culture du ray-grass d'Italie, par la réalisation de 3 coupes successives et la détermination de la matière sèche produite et de quantité de P absorbées.

MATERIEL ET METHODE

L'essai consiste à étudier, à court terme, l'effet du gypse sur la dynamique du phosphore dans le sol et sur sa biodisponibilité pour une plante test. Pour cela on a réalisé une culture de ray-gras d'Italie (*Lolium multiflorum)* en pot de matière plastique, d'une capacité de 2kg, au laboratoire, sous des conditions contrôlées (25°C de température et 16 heures d'éclairage par jour), et cela sur un sol non calcaire et non salé, dont les caractéristiques sont montrés par le tableau 1. Le sol été séché à l'air libre, broyé, et tamisé à 2mm au préalable.

Tableau 1 : caractéristiques physico-chimiques du sol

Calcaire total (%)		1.56
Ph		8.07
CE (dm/cm^3)		036
DA(g/cm^3)		1.5
CR (%)		28.2
CEC (meq/100g sol)		24
Na (meq/100g sol)		0.14
Mg (meq/100g sol)		4.56
Ca (meq/100g sol)		19.44
K (meq/100g sol)		1.14
C org (%)		1.56
MO (%)		2.44
N tot (%)		0.175
C/N		8,11
K tot (mg/100g)		90
P tot (ppm)		950
K ass (mg/100g)		44.46
Pass joret hebert (ppm)		125
Pass Olsen (ppm)		85
Texture	A %	30.92
	LF %	8.63
	LG %	2.93
	SF %	17.04
	SG %	40.47
Classe granulométrique : argilo-sableux		

Des teneurs en gypse ont été apportées au sol pour étudier son effet sur la dynamique du phosphore et sur sa cinétique d'absorption par la plante test. Le gypse été apporté sous forme de cristaux de la carrière Houfani de Ain-Touta et broyé finement. Des mélanges sol-gypse sont réalisés pour avoir les teneurs de 0, 5, 20, 40 et 60% en gypse. Tout en gardant le poids de 2kg constant pour les différentes teneures.

Pour chaque teneur en gypse, trois doses d'engrais phosphaté qui est le triple super phosphate (TSP) ont été testées (0ppm, 250ppm et 500ppm), pour avoir à la fin 15 traitements répétés 4 fois (tableau 2).
Les pots sont semés manuellement par le ray-grass d'Italie, aussi régulièrement que possible, à raison de 2g de semence par pot, et à 3cm de profondeur, puis irrigués à 2/2 de la capacité de rétention, les pots sont pesés après irrigation et les poids mentionnés sont maintenus constant tout au long de l'essai par des apports quotidiens d'eau.
Les pots sont sujets à des rotations quotidiennes de façon qu'ils reçoivent la lumière d'une manière homogène.
Des échantillons de sol sont prélevés successivement après 21 jours de l'installation de l'essai, 36 et 51 jours. Ils sont prélevés des différents points des pots et à différentes profondeurs. On va déterminer leur teneur en phosphore assimilable par la méthode Joret-Hebert. Simultanément aux prélèvements des échantillons du sol, des coupes du végétal sont réalisées; la première et la deuxième coupe à 3cm du sol, pour la troisième on récolte toute la matière végétale. Sur ces échantillons on détermine la matière sèche: et les quantités de phosphore absorbées par la plante.

Dispositif expérimental :

Le dispositif expérimental adopté est celui de la randomisation totale, l'essai comporte 15 traitements répétés 4 fois comme est montré par le tableau 2, les résultats obtenus font sujet à une analyse de la variance.

Tableau 2 : Dispositif expérimental

Traitement	SG0	SG5	SG20	SG40	SG60
D0	SG0D0	SG5D0	SG20D0	SG40D0	SG60D0
D1	SG0D1	SG5D1	SG20D1	SG40D1	SG60D1
D2	SG0D2	SG5D2	SG20D2	SG40D2	SG60D2

Avec : **S** = sol,

G = gypse (0, 5, 20, 40 et 60 désignent respectivement les teneurs 0, 5, 20, 40 et 60% de gypse)

D = dose d'engrais (D0 désigne le non apport d'engrais, D1 et D2 désignent respectivement l'apport de 250 et 500ppm d'engrais).

Exemple : SG5D0 désigne sol à 5% de gypse et sans apport d'engrais

RESULTATS ET DISCUSSION

Pour l'étude la dynamique du phosphore les résultats obtenus ont montré la diminution des teneurs en phosphore assimilable pour tous les traitements en fonction de la teneur en gypse et du temps (figure 1), quelque soit la dose d'engrais apportée.

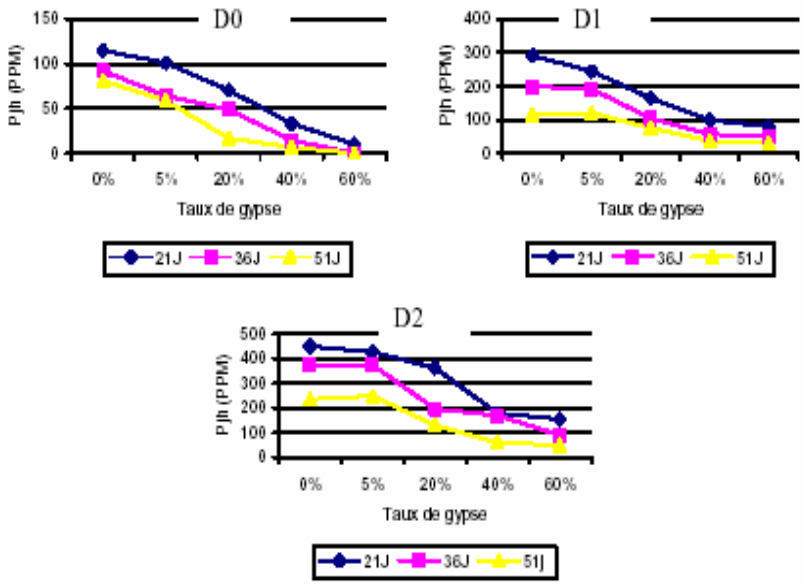


Figure 1 : Evolution de la teneur en phosphore assimilable en fonction du taux de gypse et du temps

Pour les sols témoins (G0D0), caractérisé par un complexe adsorbant saturé en Ca^{2+} , le phosphore a probablement réagit avec les Ca^{2+} présents d'où il y a formation de composés P-Ca insolubles, cette réaction été réalisée et favorisée par les conditions d'humidité, en effet le sol été maintenu à 2/3 de sa capacité de rétention tout au long de l'essai, après irrigation le sol présentant une concentration élevée en Ca^{2+}, ce qui est montré par Snyder et Station (2002) donc la plupart du phosphore se transforme en phosphates calciques insolubles, ce qui diminue la biodisponibilité de cet élément, ce ci est prouvé par Cho (1991) ; Akinrami et Cho (1991) et Bell et Black, (1970) Notre expérimentation a été portée sur un sol à pH 8.07, à complexe adsorbant saturé (à 95.3 %), ces conditions sont très favorables à la rétention du phosphore par le sol. Toutefois, le phosphore peut être influencé par la nature des cations échangeables (Sharpley et al, 1988),

lorsque Ca^{2+} est le cation dominant la solubilité de cet élément est très affectée. Dans les sols non calcaires, lorsque le complexe adsorbant est saturé en Ca^{2+} il y a formation du phosphore insoluble par réaction des phosphates avec le Ca^{2+} du complexe adsorbant, la réaction du Ca^{2+} avec H_2PO_4 produit des H^+ :

$$H_2PO_4 + Ca^{2+} \qquad CaHPO_4 + H^+$$

Ces H^+ produits peuvent modifier le pH, mais grâce au pouvoir tampon du sol, ils sont fixés sur le complexe adsorbant et le pH ne change pas (Cho, 1991).

La quantité du phosphore assimilable diminue graduellement avec la teneur en gypse, donc il y a une perte de solubilité du phosphore et un changement de sa forme dans le sol.

Cette perte de solubilité peut s'expliquer par la précipitation phosphore sous forme de phosphate calcique en réagissant avec les cations Ca^{2+} provenant de gypse. Rowell (1997) affirme que quelque soit la source des Ca^{2+} (gypse ou calcite), ce dernier fixe les ions phosphates à condition que le pH soit élevé.

L'insolubilisation du phosphore est due à la formation du complexe P-Ca. , le Ca^{2+} forme un nombre de minéraux phosphatés de solubilité décroissante dans les produits formés au début sont métastables, puis change avec le temps en produit de moins en moins soluble. Après l'apport de gypse, le pH reste toujours favorable à l'insolubisation du phosphore, il est supérieur à 7.5, ce qui a été montré par Bell et Black in Halvin et Wetsfalle (1984).

Les Ca^{2+} réagissent avec le phosphore et forment des phosphates calciques. Plus le sol est riche en Ca^{2+}, plus le phosphore est bloqué. La présence des Ca^{2+} en grandes quantités dans la solution du sol entraîne obligatoirement sa fixation par le complexe d'échange cationique. Dans les sols gypseux, le changement de la composition de la solution du sol influe sur la dynamique du phosphore, ceci est confirmé par Datago et al (2002).

Notre étude montre que plus on apporte de gypse au sol, plus il y a insolubilisation du phosphore. Ce même résultat a été obtenu en comparant la dynamique du phosphore dans un sol à 5% de gypse et un sol à 40% de gypse (FAO, 1990), et prouvé par une étude réalisée par Muhammed et Jones (1992) concernant les formes du phosphore dans les sols gypseux de l'Iraq et de l'Espagne.

Après apport de TSP qui est un engrais soluble à l'eau, ce dernier se dissout dans la solution du sol après irrigation et réagit vite avec les constituants du sol. L'apport d'engrais à un sol déplace son équilibre chimique que ce sol essaye de rétablir, comme une réaction première qui se réalise dans le sol, les phénomènes d'adsorption sont rapides, il y a d'abord adsorption du phosphore sur l'argile qui fait un constituant important du sol ayant l'objet de cette étude, l'adsorption spécifique sur les argiles peut se faire par des

échanges de ligands, uniquement sur les bordures des feuillets d'argiles (Vanden Bossche, 2002), le phosphore se fixe sur le complexe adsorbant présentant un taux de saturation élevée, saturé probablement par les cations Ca^{2+}, ces processus contribuent à son blocage, le phosphore se transforme en produit peu stable, métastable et à la fin stable, les réactions de précipitation sont lentes.

Le blocage du phosphore était élevé, le sol sans gypse présente un pouvoir fixateur élevé dès le début. Le sol retient le phosphore apporté, en effet l'apport de quantités supplémentaires de phosphore au sol conduit à un déséquilibre chimique.

Pour retrouver un nouvel équilibre le sol fixe et adsorbe les quantités supplémentaires par l'apport de l'engrais (Fardeau, 1993), cette réaction du sol est rapide au début puis se ralentie. Les quantités retenues augmentent en fonction du temps.

Pour les traitements à gypse ; Pour le traitement SG5 à apport d'engrais, la rétention est moindre par rapport au SG0 à même apport, le gypse a un double effet au début il y a insolubilisation du phosphore par réaction avec les Ca^{2+} apportés par le gypse, après solubilisation de gypse, il y a diminution du pH, et le gypse à faible quantité peut jouer un rôle d'inhibiteur de la précipitation des orthophosphates, ainsi que l'amélioration des orthophosphates déjà précipités. En effet, en solution les sulfates de calcium entraînent la précipitation de l'apatite mal cristallisée avec libération de l'acide sulfurique qui abaisse le pH du sol et interrompe la réaction et limite la cristallisation. L'apport de la dose D2 du TSP, le gypse n'a plus d'effet sur l'insolubilisation du phosphore à 36 jours. Ceci serait dû à la saturation des sites de fixation de P par l'augmentation du potentiel du phosphore labile ce qui diminue l'énergie de fixation du phosphore. Gachon (1988) signale que pour accroître l'offre du sol, il est nécessaire d'investir d'autant plus d'engrais phosphatés soluble que le sol possède un fort pouvoir fixateur, observation conforme au concept à dose isodyname proposée par Demolon et al (1953).

Les quantités de phosphore bloquées augmentent proportionnellement avec la teneur en gypse, ce dernier enrichis la solution du sol et sature le complexe adsorbant en Ca^{2+}, qui contribuent encore à la fixation du phosphore, aussi comme l'ont montré Freemen et Rowell (1981), le phosphore peut se fixer sur la surface de la calcite et donc sur la surface de gypse, cette fixation est signalée par Rowell (1997) et Gachon (1972), le pouvoir fixateur augmente proportionnellement avec la teneur en gypse , il est très élevé, donc les sols à teneurs élevées peuvent fixer de très grande quantité de phosphore apporté au sol ce pouvoir contrôle la concentration de cet élément dans le sol.

L'apport de l'engrais phosphaté à deux doses a provoqué toujours une amélioration de la quantité de phosphore présent par rapport aux traitements sans apport.
L'apport de dose élevé de 500ppm a amélioré la teneur des sols à 20% de gypse, ce qui prouve que ces sols peuvent être cultivés après fertilisation. Les sols à 40% de gypse nécessitent l'apport de plus grande quantité d'engrais pour être cultivé, et peuvent être non rentable économiquement. Les sols à 60% de gypse fixent beaucoup de phosphore, Jafarzadeh et Zinck (2000); Mashali (1996); Van Alphen et Rios Romero, (1971); FAO (1990) indiquent que les sols gypseux nécessitent de grand apport d'engrais phosphaté (spécialement TSP doté par sa solubilité) pour être cultivé.

POUR LE TEST BIOLOGIQUE :

Les résultats obtenus pour la matière sèche produite par la plante et pour les quantités de phosphore absorbés, ont montré que le traitement SG5 a présenté les meilleurs résultats pour les trois coupes et avec apport ou sans apport d'engrais (figure 2 et 3).

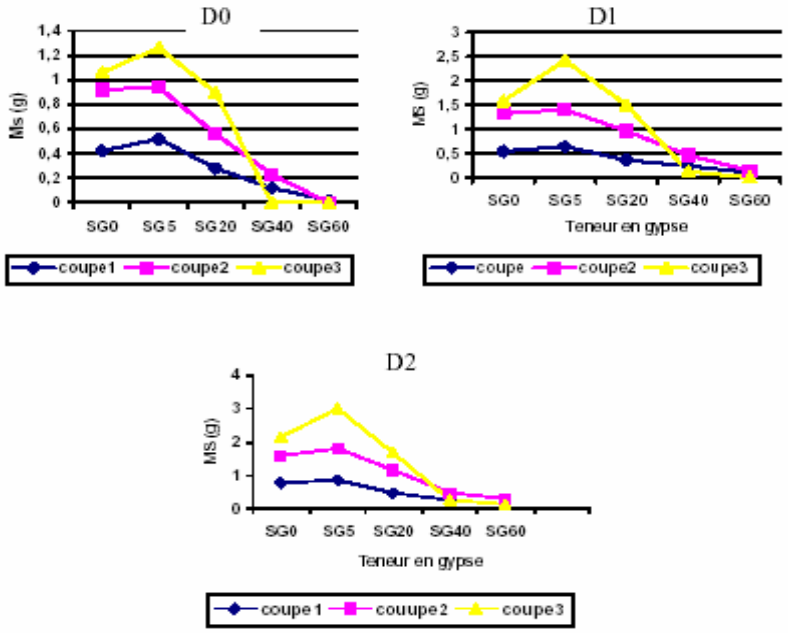


Figure 2 : Evolution de la qualité de matière sèche moyenne produite en fonction de la teneur en gypse

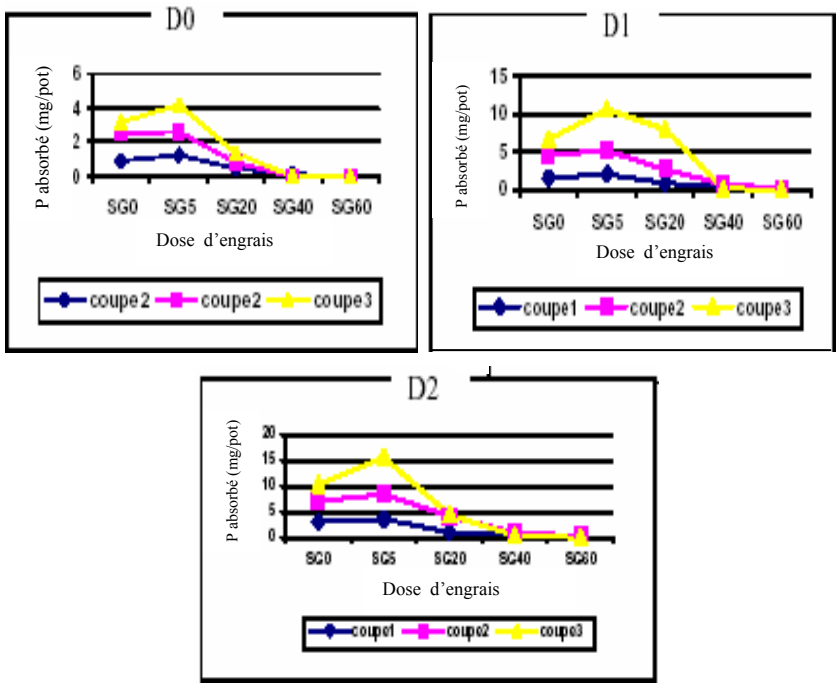


Figure 3 Evolution de la quantité moyenne de phosphore absorbé en fonction de la teneur en gypse

A l'exception de ces sols, la biomasse produite diminue en fonction de la quantité du gypse apportée. Les traitements à 5% de gypse ont présenté les meilleurs résultats. L'apport de cette quantité de gypse a probablement amélioré l'ambiance physicochimique du sol. Le gypse a exercé un effet positif sur l'absorption du phosphore et des autres éléments nutritifs par la plante par son action sur les propriétés du sol, il a amélioré la densité du sol, son infiltration et son aération. Labay et al (1988) révèlent que le gypse, lorsqu'il est présent, contrôle les propriétés mécaniques des sols. En effet les sols gypseux ont une faible densité, le sol témoin ayant une densité apparente élevé soit 1.5 offre aux plantes des conditions de développement peu favorables, il est faiblement aéré, ce qui influe sur le développement du système racinaire et son activité (absorption des éléments nutritifs). L'apport de 5% de gypse a amélioré la densité apparente du sol. En effet, selon Hamza et Anderson (1999), la présence du gypse affecte la densité apparente du sol en l'affaiblissant, ce qui favorise l'aération et l'infiltration de l'eau, par conséquence les racines se retrouvent dans les meilleures

conditions de développement et d'absorption. Toutefois, la présence à faible teneur en gypse, il y a une meilleur circulation de l'eau dans le sol, Halitim (1985) révèle l'absence d'adhésion entre les particules du gypse et les colloïdes, et l'existence d'un espace entre ces deux constituants permettent une meilleure circulation de l'eau, augmentation de la CE et une meilleure structure.

Beaucoup de travaux ont prouvé l'effet favorable du gypse sur l'infiltration dans les sols très argileux tels que ceux de Miller (1987) ; Norton (1993) in Ventura et al (2001), il stabilise la structure (Miller, 1998).

Dans notre cas le gypse peut être considéré surtout après apport d'engrais phosphaté comme amendement. Utilisé, Selon Kowalenko (2004), en faible quantité, comme source de soufre, et de calcium améliore la croissance et la qualité du fourrage. L'apport de fertilisant soufré sous forme de gypse double les rendements en fourrage, à condition que l'apport en soufre ne dépasse pas le seuil de consommation de luxe faute de quoi on assiste à une toxicité par cet élément (teneur élevée de la matière sèche en soufre sans que la matière sèche croit). En effet, Donald et Chapman (1988) ont montré que le ray-grass peut avoir une concentration élevée en soufre sans accroître sa croissance.

Mais à des teneur élevées en gypse, ce dernier a provoqué un changement dans les forme du phosphore qui est devenu insoluble, et des autres éléments nutritifs par l'excès de Ca^{2+}, et SO_4^{2-} dans la solution du sol et provoque une libération du complexe adsorbant, par saturation en ions Ca^{2+}, des K^+ et Mg^{2+}. Le gypse conduit également à un déséquilibre des rapports ioniques particulièrement K/Mg et Mg/Ca qui deviennent faibles dans la solution du sol, Jafarzadeh et Zink (2000) Van Alphen et Rios Romero (1971) ont confirmé cela, et a une compétition ionique, la présence de forte teneur Ca^{2+} et SO_4^{2-} diminue les prélèvements par la plante des autres éléments (exemple K+, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn, phosphate et nitrate).

La diminution des teneurs du sol en P assimilable conduit à la réduction de la matière sèche (la photosynthèse est faible). Aussi nous avons constaté la coloration vert foncé des feuilles et la réduction de la surface foliaire qui sont signes de carence phosphatée ce qui est montré par Colomb et al (2000) et d'un stress salin montré par Hamdy et Makhlouf (2000).

Le gypse peut provoquer une toxicité spécifique dû à l'excès de sulfates et de calcium ceci est affirmé par Mashali (1996), Villa-Castorena (2003). Sa présence dans le sol a provoqué une augmentation de la pression osmotique de la solution du sol, et plusieurs auteurs ont montré cela dont : Hamdy et Makhlouf (2002) : Ray et al. (1999), Mashali (1996), ce qui met la plante en difficulté d'absorption d'eau et des éléments nutritifs confirmé par WithneyI (1991) , Aussi il est important de mentionner que les sols à teneurs élevées en gypse présentent un pouvoir fixateur élevé vis à vis du

phosphore ce qui conduit à la forte rétention des quantités du phosphore apportées, Gachon (1988) montre que le pouvoir tampon du sol contrôle l'offre potentiel de ce dernier, le sol doit posséder des réserves labiles en phosphore d'autant plus fortes que les ions phosphates sont soumis à une plus grande énergie de fixation.
Il faut signaler que le gypse précipite et cristallise dans les pores du sol (Shihab et al, 2002) ce qui influe sur sa perméabilité et son l'aération et met les racines en conditions défavorables de développement et d'activité, ainsi, Lemercier (2003) révèle que l'absorption du phosphore se fait en faveur de voies de circulation préférentielle de l'eau (macropores et fissures), il y a distribution mécanique du phosphore, mais en présence du gypse, il y a précipitation de ce dernier dans les pores, en effet, Vanghan et al (2002) ont observé des cristaux de gypse dans les pores radiculaires où il y a précipitation du gypse, l'extension et l'activité racinaire sont limitées. le gypse se cristallise autour des racines, ce ci réduit l'extraction de l'eau et des éléments nutritifs par la plante Mashali (1996).

Le gypse diminue la disponibilité de l'eau et des éléments nutritifs. La plante devient incapable de maintenir la turgescence des cellules, elle est en situation d'un stress salin qui conduit à un stress hydrique. Quand la pression de la solution du sol devient hypertonique, il y a plasmolyse des cellules, la teneur en eau est faible. L'entrée de l'eau dans le tissu du cortex racinaire est assurée par capillarité et par osmose, elle est beaucoup plus aisée quand la solution du sol a une pression plus faible (Mengel et Kirkby, 1982). Au fur et à mesure que la salinité du sol augmente, le potentiel osmotique diminue, ce qui réduit la disponibilité de l'eau pour les plantes, à cet effet "soif" s'ajoute le niveau de salinisation important, une absorption déséquilibrée des cations qui peut conduire à l'intoxication de la plante (Kartaji, 1995in Snoussi et Halitim, 1998).
L'effet premier de la salinité se produit dans les racines où se produisent un déficit hydrique et une toxicité spécifique, la plante répond par une réduction de la croissance.
Pour les traitements à faible et à moyenne teneurs en gypse l'augmentation en fonction du temps de la quantité de matière sèche produite est due à l'augmentation de la surface de contact entre sol-racine, suite à la croissance de la plante, qui fait augmenter les prélèvements du phosphore (Compaoré, 2001), Gachon et Triboi (1988) montrent que la biomasse produite augmente considérablement au cours du premier cycle entre 18ème et 38ème jours, selon les mêmes auteurs la phase de 50 à 60 jours correspond à la période d'accroissement et de colonisation du sol, alors pour les traitements à fortes teneurs en gypse le système radiculaire est réduit et ne colonise pas bien le sol, par conséquence la surface du contact sol-racine est réduite.

Gachon (1988), montre que la biomasse subit une variation suivant l'offre du milieu**.**

Pour l'effet du gypse sur les quantités de P absorbées ; on peut dire qu'à 5% de gypse, l'interception racinaire du flux potentiel du phosphore offert par le sol est élevé par rapport à celui du sol sans gypse, ce ci est indiqué par le fait que sans apport d'engrais au sol à 5% de gypse la plante présente une meilleure absorption du phosphore, donc une meilleure utilisation des quantités présentent dans le sol même si elle ne sont pas importantes, l'intensité de l'alimentation phosphatée est lié à l'interception de cet offre par les racines qui a été signalé par Gachon et Triboi (1988), ainsi les facteurs physiques du milieu modifient considérablement les processus de transfert et d'interception racinaire révélés par les mêmes auteurs. Les caractéristiques physiques du sol sont améliorées par l'apport de 5% de gypse, ce dernier a favorisé la densité et l'aération du sol par exemple. Le prélèvement du phosphore par la plante été influencé par la disponibilité, la teneur en eau, l'aération et la continuité des pores dans la rhizosphère (Zheng et al, 2003) Selon FAO (1990) l'apport de gypse peut avoir deux effets opposés sur la solubilité et la disponibilité du phosphore, d'un coté il diminue le pH ce qui favorise la solubilité et d'un autre coté augmente l'activité de Ca^{2+} qui précipite le phosphore. Un sol n'est dit gypseux pour FAO (2001) que si la teneur en gypse est supérieure à 5%, donc cette teneur peut ne pas avoir de conséquences négatives sur les caractéristiques du sol et sur l'absorption du phosphore.

Mais à de fortes s teneurs en gypse, les quantités de P absorbées sont inversement proportionnelles aux teneurs du sol en gypse, le phosphore contenu dans la plante diminue, ceci est dû à l'insolubilisation de cet élément par le gypse, cette insolubilisation été prouvée auparavant par l'étude de la dynamique de cet élémentdans les différents traitements, la quantité des $H2PO_4^{2-}$ diminuent. Le phosphore est précipité sous formes insolubles après sa réaction avec les Ca^{2+} du complexe adsorbant qui est devenu plus saturé, et des Ca^{2+} dissout dans la solution du sol et provenant de la solubilité du gypse et par son adsorption sur la surface de ce dernier. Cette insolubilité est de plus importante que la quantité du gypse soit élevée dans le sol. Aussi, les plantes se trouvent en condition de stress salin, ce qui limite le prélèvement du phosphore par la plante suite à l'augmentation de la pression osmotique (Hamdy et Makhlouf, 2000). Il faut signaler que la plante se trouve dans des conditions de stress salin, la pression osmotique est élevée, ce qui réduit l'absorption de l'eau et des faibles quantités de phosphore assimilable existante dans le sol.

CONCLUSION

L'étude de l'influence de gypse, à des teneurs croissantes sur la dynamique du phosphore dans le sol et sa cinétique d'absorption par le ray-grass a permet de faire ressortir les conclusions suivantes :

Pour la dynamique du phosphore ; tous les traitements étudiés présentent un pouvoir fixateur vis à vis du phosphore, qui augmente avec la teneur en gypse ;

Le sol sans gypse peut fixer des quantités élevées de phosphore, car il présente des conditions favorables pour la rétention du phosphore (pH élevé, et complexe absorbant riche en Ca^{2+}). Ce pouvoir fixateur augmente avec la teneur en gypse. Ce dernier sature le complexe absorbant en Ca^{2+}, apporte du Ca^{2+} à la solution du sol par sa solubilité et bloque le phosphore, comme il adsorbe à sa surface les ions phosphoriques. Ces processus sont de plus en plus importants que le taux de gypse apporté est élevé.

Le sol à 5% de gypse se comporte presque comme le sol sans gypse ou même fixe des quantités moindres de phosphore cela est dû à l'amélioration du pH par rapport au sol sans gypse.

Les sols à 20, 40 et 60% de gypse fixent de grandes quantités de phosphore apporté, cette fixation est proportionnelle à la teneur en gypse. Le sol à 60% fixe plus de 90% du phosphore apporté.

L'apport d'engrais au sol à 20% de gypse a amélioré la teneur en phosphore assimilable de ce dernier par rapport au sol sans gypse et sans engrais, donc la fertilisation est efficace.

Le sol à 40% de gypse présente de faible teneur en phosphore assimilable même après fertilisation, et nécessite l'apport de plus grande quantités d'engrais pour être cultivé, et il peut être non rentable économiquement.

Le sol à 60% peut bloquer de très grandes quantités du phosphore apporté et en courte période même après fertilisation. La fixation du phosphore est rapide, la majorité du phosphore apporté est retenu à 21 jours surtout pour les traitements à teneurs élevées en gypse.

Pour l'étude de l'influence des teneurs croissantes de gypse sur la croissance du ray-grass d'Italie, et de la biodisponibilité du phosphore pour cette plante, il ressort :

Les plantes des traitements à forte teneur en gypse présentent une faible production de matière sèche, une faible teneur en phosphore, qui sont dus surtout à la forte pression osmotique, les plantes sont incapables d'absorber l'eau et les éléments nutritifs, la croissance, est donc, faible et limitée.

D'une façon générale, le sol à 5% de gypse sans apport ou avec apport d'engrais a présenté les meilleurs résultats (production de matière sèche et absorption du phosphore) suivi du traitement sans gypse, ensuite des sols à 20% de gypse, puis de 40% et enfin à 60% de gypse sans apport d'engrais ou avec apport d'engrais.

Le traitement à 5% de gypse surtout à apport de 500ppm de TSP a présenté les meilleurs résultats, la plus grande quantité de matière sèche et d'absorption de phosphore. La teneur de 5% de gypse a un effet favorable sur le développement de la plante. Etant donné que le sol témoin est argilo-sableux lourd, et pH élevé (8.07), l'apport de 5% de gypse a probablement amélioré l'état physique du dol, diminution de la densité apparente, une meilleure aération et infiltration de l'eau et par conséquence une meilleure utilisation des éléments nutritifs présents même en faibles quantités par les racines en plus de l'amélioration du pH par rapport au sol témoin.
Les sols à 20% de gypse et à apport de 500ppm présente des résultats satisfaisants après apport de 250ppm, donc ces sols répondent à la fertilisation phosphatée et peuvent être cultivés, alors que le sol à 40% de gypse a présenté de faibles résultats même après apport de 500ppmn par rapport au sol sans gypse et sans engrais, donc l'apport d'engrais n'a pas amélioré leur teneur en phosphore assimilable et la matière sèche produite. Les sols à 60% de gypse ont présenté de très faibles résultats.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AKINRAMI et Cho, 1991 – Phosphate and accompagning cation transport in a calacareous cation exchangeresin system. Siol.sci.soc.Am.j.V.55.N°4, pp. 959-963.

CARREIRA, J. A. et Lajtha, K. , 1997. -Factors affecting phosphate sorption along a Mediterranean dolomitic soil and vegetation chronosequence. Eur. J.Soi. Sci., N°48, 139-149.

CASTRO, B. et Torrent, J. 1998. - Phosphate sorption by calcareous vertisol and inceptisols as evaluated from extended P-sorption curves.)) Eur. J.Soi. Sci,N° 49, pp : 661-667.

CHO M., 1991 – Phosphorus transport in calcium-satured systems.1.theory. Soil.sci.soc.J.Am.V25.N°5, 1275-1281.

DATAGO, Uceda, Andrea, Kassem ans Delcampilo, 2000 – Changes in Olsen phosphorus in reclaimes marsh soils on gypsum r.c.s.Spain.Dprt.

DONALD D. et Chapmanns S.J., 1998 – Use of powered element and sulphur for grass en claver, commun, soil.sci.plant.anal.29 pp 1317-1328.

EVERS G.W., 2002.- Ryegrass–Bermudagrass Production and Nutrient Uptake when Combining Nitrogen Fertilizer with Broiler Litter.Agron. J. 94:905–910.

ESILABA A.O., Eghball O.H. et Sander , 1992 – Soil test phosphorus affected by time after phosphorus fertlization. Soil.sci.soc.Am.j., V56. 1967-1973.

FAO, 1990 –gypsifereous soils in the world soils.ser.FAO. Land and water dvpt. bul.62., Rome.

FRENKEL H., Gersti Z. et JanRengerVandeveen, 1986 – Determination of gypsum and cation exchange capacity in aride soils by a resin methode. Geoderma,Elsevier, ISSS-AISS-IBG.N°39., 67-77.

FARINA M.P.W., Channon P. and Thibaud G.R., (2000) -A Comparison of Strategies for Ameliorating Subsoil Acidity II. Long-Term Soil Effects *Soi.l Sci. Soc. Am..j*. N° 64, p 652-658

FREEMAN J.S. et Rowell D.L., 1981 – The adsorption and precipitation of phosphate on calcite.j.soil.sci 32., 75-84.

GACHON L., 1972 – Fractionnement du phosphore labile en relation avec le type du sol. Ann.agr.V23.N°4.pp :429-444.

GACHON L., 1988 – Le phosphore et le potassium dans les relations sol-plant en conséquence sur la fertilisation. Inst.nat.rech.agr., Paris

GACHON L. et Triboi F., 1988 - Etude des méthodes d'appréciation de l'offre phosphatée du sol – le sphosphore et le potassium dans les relations sol-plante. INRA. pp: 181-191.

GREENWOOD, N. N. et Earnshaw, A. (1984). Chemistry of the elements. Butterworth Heinemann Ltd, London. 1543 pages.

HALITIM A., 1985 – Contribution à l'étude des régions arides d'Algérie. Thèse. doc. ENSA.Renne

HALVIN J.L. et Watsfall D.G., 1984 – Soil test phosphorus and solubilities relationships in calcareous soils. Soil.sci.soc.Am.j.V48.N°2, 327-330.

HAMDY A. et Makhlouf A., 2002 –Advances in soil salinity and drainage management to save water and protect the environment. Min.agr. Algérie. 35-58.

HAMZA M.A. et Anderson W.K., 1999 – Residual effect of deep reping, gypsum end nutrients on grain yields and soil physical properties. Agr.West.Aust..crop.apl.cere.

HUGUES Vanden Bossche, 1999 - Devenir du phosphore apporté sur les sols et risques de contamination des eaux de surface. Cas des boues de stations d'épuration. THESE. Doc.Renne .249p.

JAFARZADEH A.A. et Zinck J.K., 2000 –Worldwide distribution and sustainable management of soils with gypsum. Univ. Tabriz. Fac.agr.siol.sci.dpt. Iran 6p.

JEA-HSHUANCHEN et Barber S, 1990 – Soil ph and phosphorus and potassium uptake by maize avaluated with an uptake mode. Soil.sci.sco.Am.j.V54, 1032-1036.

KOWALENKO C.G., 2004 –Repense of Colombia soils. Can.j.soil.sci., V84, N°2, 227-236.

KVARNSTRÔM E., 2001. Plant-availability of phosphorus removed from wastewater by different process. Department of Environmental Engineering. Division of SanitaryEngineering. Thèse.univ. tech. Luleå, Suède.143 p.

LABAY Y., Olson A.M., Galand A. et Tsiourtis N., 1988 –Design and optimization of irrigation distribution networks.FAO.paper 44, 221-223.
LAGERWERFF J.K., Akin G.W. et Moses W., 1965 –detection and determination of gypsum in soils. Soil.sci.soc.Am.j.proc. V20,N°5,535-540.
MASHALI A.M. 1996 – Soil managemant practices for gypsiferous soils. International symposium with gypsum. LLeida., Spain., 34-51.
MCKENZIE R.A.et Bremer E., 2003–Relationship of phosphorus fraction to phosphorus soils tests and fertilizer response .Can.j.soil.sci.N°81.443-449.
MCKENZIE R.A, Prent L.E. et Macleood J.A., 2003 – Influence of soil texture on fertilizer and soil phosphorus transformation in Gleysolic soils. Can.j.soil.sci.soc.N°81, 395-403.
MCDOWELL R.W. et Sharpley A.N. , 2003 - Phosphorus solubility and release kenitics as a function of soil test phosphorus concentration.V112, N°5, 1-2., 143-153.
Mc LAUGHLIN, J. R., Ryden, J. C. et Syers, J. K. (1981). Sorption of inorganic phosphate by iron- and aluminum-containing components. J.Soil. Sci. N°32, pp : 365-377
MOREL R., 1996 – Les sols cultivés. Ed. Lavoisier.378p.
Muhammed et Jones K.G., 1992 – Phosphorus in gypsiferous soils, the influence of soil properties on phosphorus fractionation.Geoderma.V53issue 1-2, 97-104.
ROWEL, 1997 – The effect of gypsum on the sorption reaction of phosphate in some calcareous soils. These. PHD.Uni pf reading dpt. Of soil.sci.Panahi.
Sharplay A.N., Curtin D., and Sayers J.K., 1988 – Changes in water-extractibility of soil inorganic phosphate induced by sodium saturation. Soil.sci.soc.Am.j.N°4, 959-963.
SHARPLAY A.N. and Smith , 1989 – Mineralization and leaching of phosphorus from incubated with surface*applied and incorporated crops residue. J. Env.Qul..N18, 101-105.
SHIHAB R. M. Al-Ani A. N., and Fahad A. A.. *2002* -Dissolution and transport of gypsum in gypsiferous soil treated with fuel oil and bentonite *Agric Em. J, Sci.. 14: 01 - 07*
SNYDER C.S. et Slaton N. 2002 – Effect of soil flooding and drying on phosphorus reaction. Inst.PPI.niews and views.4p.
SUMNER, M.E. 1990. Gypsum as an ameliorant for the subsoil acidity syndrome. Publ. no. 01-024-090. Florida Inst. of Phosphate Re search, Bartow, FL.
TARAFDAR J.C. et Classen N., 2004 – Adsorption behaviours of inotganic and organic sources of phosphorus in soils. Agrochemica, VXLVIII N°12, 42-49.

SNOUSSI et Halitim A.,1996 – valorisation des eaux salines pour la nutrotion minérale des plantes cultivées. Etud.gst.sols 5-4. pp : 289-298.
VAN Alphen, De Los Rios Romero F. (1971) Gypsiferous soils, notes on characteristics and management. Int. Inst. of Land Recl. and Improv. Bulletin 12. Wageningen, the Netherlands.
VILLA castorena M., Ulery A.L., Catalanvalencia E.A., Remmenza M.D., 2003 –Salinity and nitrogene rate effects on the growth and yield of chile pepper plante. Soil.sci.soc.Am.j.V67.N°6, 1781-1776.
VENTURA E., Darrel N., Looropeza L., 2001 – Soil erosion of an indurate volcanic soil from the semi arid area of the mexico. Nat. soil. erosion. res. lab. V47.N°3, p : 330-335.

خريطة توزيع الملوحة في منطقة أورلال بسكرة وقابلية استزراع الأراضي

GUIMEUR K*.,GUESMIA H-OUAHABI N**
*Email : guimeur2008@yahoo.fr/ Département d'agronomie, université de de Biskra.
**Email : biskranor@yahoo.fr/ c.r.s.t.r.a Biskra.

الملخص:
تتميز منطقـــة الزيبان بمناخ جاف تشتد به الحرارة وتشح فيه الأمطار الأمر الذي جعل تراكم الأملاح بها أمرًا لا مناص منه. إضافة إلى تأثير الانخفاض و الذي يجعل تجمع المياه بها من مختلف المناطق المجاورة عملية سهلة تؤدي بدورها إلى تراكم الأملاح من خلال زيادة مستوى السماط السطحي.
إن الأعمدة التكرارية Histogrammes تظهر أن أكثر من 50% نقاط السبر المدروسة تزداد بها الملوحة من الأسفل إلى الأعلى.
أما من خلال الخرائط الطبوغرافية المنجزة فيتبين أولا وأن المنطقة مقسمة إلى ثلاث أقسام، منطقة مرتفعة، منطقة متوسطة الارتفاع و أخرى منخفضة ونصيب الأسد في هذا كان لهاته الأخيرة.
رغم تجاوز مساحة الدراسة 3 كلم^2 إلاّ أنه يتضح ومن خلال خرائط الملوحة وقابلية الاستزراع أن الوضع السائد هو الملوحة الشديدة
(أكثر من 32 مليموس/سم) والتي يستحيل زراعة أي نبات بها ولا تنمو بها حتى الموالح Halophytes في بعض الأحيان، ولا تمثل المساحة القابلة للاستزراع إلاّ جزءًا ضئيلاً يكاد يكون مهملاً.
و على الرغم من ارتفاع تكاليف تقييم قابلية الأراضي للاستزراع La mise en valeur يبقى الحل الوحيد الناجع والدواء المر الذي لا مفر منه لأجل تحقيق استثمار دائم وزراعة مستدامة في المكان و الزمان.
و في الأخير يجدر بنا أن نشير بأنه يجب على كل فلاح وكل مستثمر، ألاّ يقوم بمشروع الاستصلاح والاستزراع لمنطقة ما قبل إجراء تحاليل المياه والتربة وبالتالي معرفة مدى كفاءة أو أهلية هذه الأرض للاستزراع لأنه من الأمور بالغة الأهمية.
وعلى السلطات المعنية أن تأخذ هذا بعين الاعتبار إنْ كُنَّا نريد فعلا الوصول باقتصادنا إلى بر الأمان وبالتالي تحقيق الأمن الغذائي والوصول إلى ركب الدول المتطورة .
والحلول الممكن اقتراحها لهذه المنطقة هي كالتالي:
- إقامة نظام صرف جيد و فعَّال يجعل انخفاض مستوى السِمَاط السطحي ممكنًا.
- الاختيار الجيد لطريقة السقي بما يتناسب مع المنطقة والمحصول.
- التوعية الجيدة للفلاحين والمستثمرين.
- إقامة دراسات لتقييم مثل هذه الأراضي لأنه واقعنا المعاش فعلا ويجب علينا أن نتأقلم معه ونجد له حلولا.
الكلمات المفتاحية : تقيم الأراضي، قابلية الاستزراع، الملوحة

مقدمة

تعد ظاهرة التملح مشكلة عالمية،تستحوذ على حوالي 900 مليون هكتار من المساحة الإجمالية للأراضي. ويُفقد بسببها 20 مليون هكتار سنويًا من المساحات الصالحة للزراعة ويظهر هذا المشكل أكثر خطورة وحدة في المناطق التي تكون بها ظاهرة النتح - بخر ETPكبيرة والتساقط السنوي ضعيفا، إضافة إلى تأثيرا لعوامل الهيدروجيولوجية التي ساعدت على تكوين أسمطة سطحية مالحة و قليلة العمق وهذا حال المساحات الكبرى المتضررة بالتملح في الجزائر.

و يجدر الذكر كذلك إلى أنَّ نسبة كبيرة من الأراضي المسقية في العالم أصبحت ملحية أو صودية بسبب عدم ملائمة طرق الري المستخدمة، إضافة إلى رداءة نظام الصرف والأكثر من ذلك كله هو السقي بمياه مالحة.

فزيادة تركيز الأملاح في التربة تؤدي إلى حدوث تدهور في بعض خواصها الطبيعية والكيميائية و يتوقف مقدار الضرر الحادث على نوع و تركيز الأملاح في هاته الأخيرة، كما يؤدي تدهور صفات الترب أيضا إلى حدوث أضرار سيئة للنباتات المزروعة و بالتالي تقل كمية المحصول.

بما أن أورلال واقعة في ناحية الزاب الغربي من أهم واحات الجنوب الجزائري المشهور عالميا بمنتوج التمر. هذه المنطقة تحاصرها ظاهرة التملح وتقلل كمًا و كيفا من منتوج نخيلها و باقي المزروعات الأخرى.

وَ فِي غِيَابِ دَرَاسَةٍ وَ مُتَابَعَةٍ عِلمِيَةٍ جَادَةٍ لِمَشَارِيعِ الاسْتِصْلاحْ و اسْتِغْلاَلْ الأرَاضِي فِي المَنْطِقَة، ارْتَأيْنَا أنْ نُسَاهِمَ فِي دِرَاسَةِ أهِمِ ظَاهِرَةٍ تُعِيقُ الفِلاحَة فِي المَنْطِقَة ألاَ وَهِيَ التَمَلُّحْ.و لتحقيق ذلك قمنا بما يلي:

2- طرق الدراسة

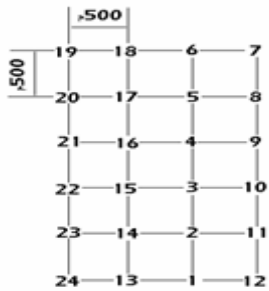
2-1 -مرحلة العمل الميداني

يَقع مكان الدراسة في المنطقة الشمالية لأورلال (طريق بوشقرون). وقد تنوعت تربة هذا الموقع بين مساحاتٍ مغروسةً نخيلاً ومساحات غير مستغلة تمامًا وأخرى تغطيها مياه الصرف الصحي الآتية من بلدية بوشقرون.

وخلف اختيارنا لهذا المكان تقع أسبابٌ عدة نذكر منها:

- منطقة أراضيها ملحية جبسية.
- وجود آثار لمياه السِّماط السطحي ظاهرة للعيان .
- تواجد المنطقة ضمن محيط استصلاح جديد.

و قد تم في هذه المرحلة استعمال طريقة السبر المنظم Sandage systématique (شكل1)



شكل 1

تحديد نقاط الثقب بواسطة GPS و أخيرا أخذ العينات بواسطة المسبارTarière على ثلاث مستويات هي على التوالي 0-20 سم، 20-40 سم، 40-60 سم .

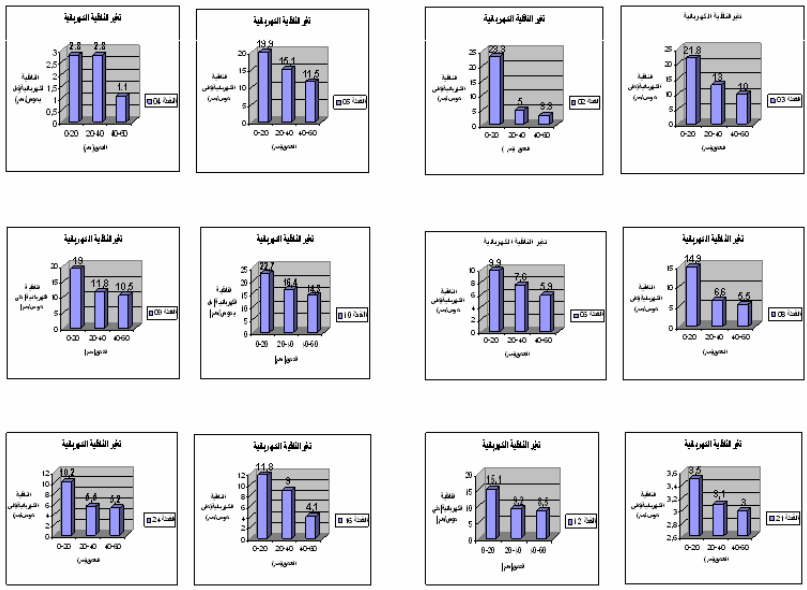
2-2- مرحلة العمل المخبري

تجفيف، هرس وغربلة تربة العينات المأخوذة
قياس الناقلية الكهربائية للتربة (التوصيل الكهربائي)CE

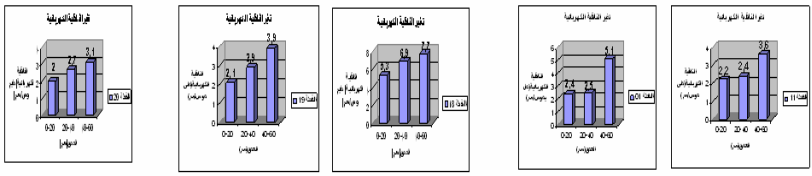
2- 3- مرحلة الفرز والتحليل

- إعداد الأعمدة البيانية للملوحة CE لكل نقطة مع التعليق .
- تحويل القيم المتحصل عليها بواسطةGPS إلى إحداثياتLambert الكيلومترية باستعمال نظام برمجي يدعى Q-Basic
- رسم خريطة الملوحة باستعمال نظام برمجي معالج للخرائط **SURFER-6.**

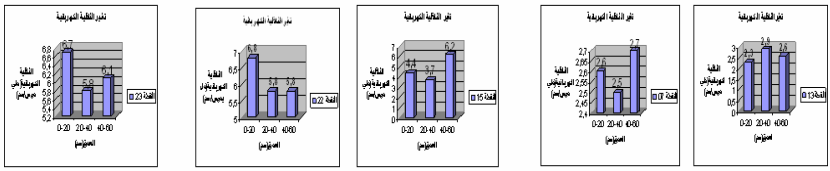
من خلال هذا العنصر سَوْفَ نَعْرِضْ النتائج المتحصل عليها مع التعليق محاولين إعطاء بعض التفسيرات الممكنة لتغير الناقلية الكهربائية .



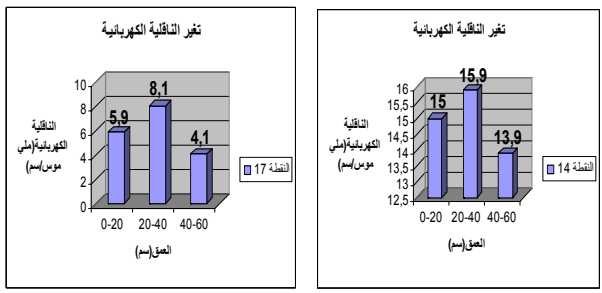
من خلال الأعمدة البيانية الإثناعشر نلاحظ أنَّ تركيز الأملاح بصورة أكبر يكون على مستوى الأفق الأول0-20 سم وهذا يمكن إرجاعه إلى :
ترسب الأملاح بواسطة نقلها بالريح أو المياه.
صعود مياه السماط السطحي بواسطة الخاصية الشعرية بفعل التبخر الشديد.
الانخفاض الذي تعانيه أغلب هذه النقاط بالنسبة للنقاط الأخرى.



بالنسبة لهذه الأعمدة نلاحظ العكس أي انّ َ تركيز الأملاح بصورة أكبر يكون على مستوى الأفق الأخير40-60 سم و الذي يمكن رده إلى :
الخصائص الفيزيائية للتربة بدرجة كبيرة حيث أن قوامها الرملي يزيد من درجة نفاذيتها .



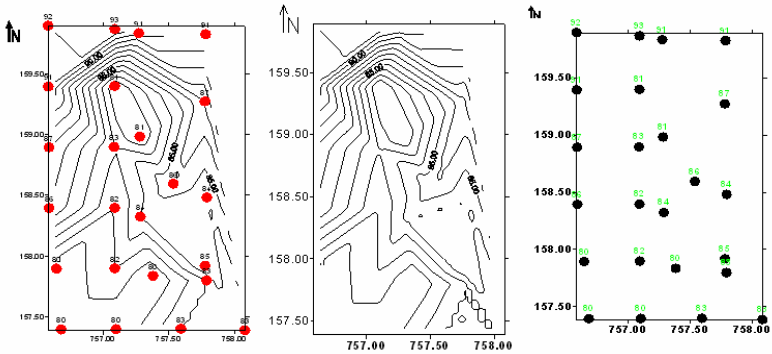
توزيع الملوحة بالنسبة للآفاق الثلاثة يكون متساوي و هذا يمكن إرجاعه إلى:
تقارب الخصائص الفيزيائية للتربة.



تركيز الأملاح في الأفق الأوسط أكبر و هذا يمكن إرجاعه إلى:
تغير الخصائص الفيزيائية للأفق الأوسط (بحيث يصبح أفق لتراكم الأملاح)

4-إعداد الخرائط

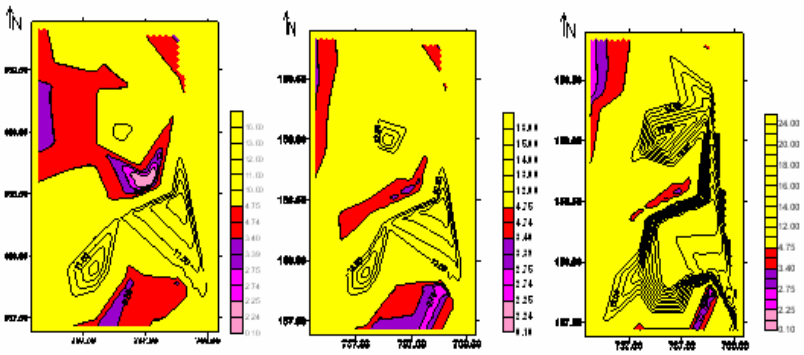
تم إعداد هذه الخرائط باستعمال نظام برمجي surfer-6 بعد تحويل الإحداثيات المأخوذة بواسطة GPS إلى إحداثياتLAMBERT الكيلومترية بالاستعانة بنظام Q-Basic .



موضع نقاط الثقب فوق الخريطة الطبوغرافية.

الخريطة الطبوغرافية لموقع الدراسة

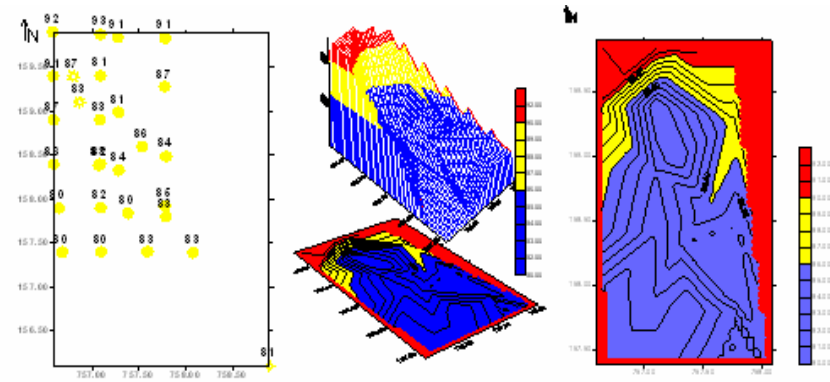
مواقع نقاط السبر



التوزيع المساحي للملوحة في الأفق 0 – 20 سم

التوزيع المساحي للملوحة في الأفق 20– 40 سم

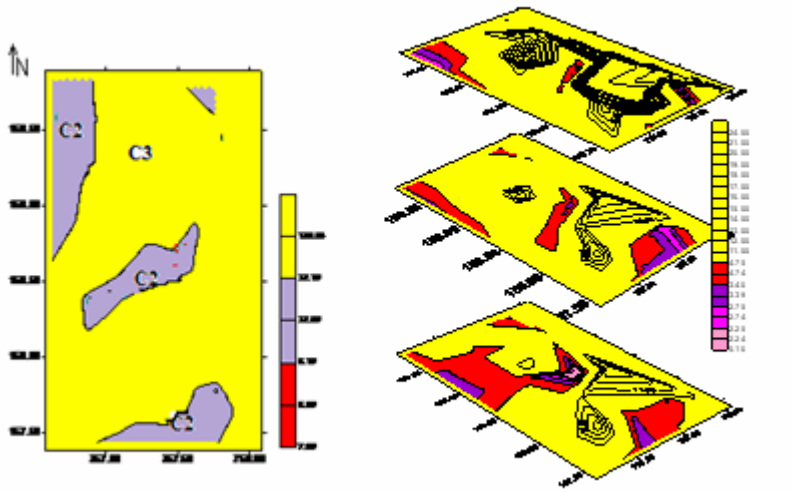
التوزيع المساحي للملوحة فى الأفق 40 – 60 سم



خريطة تقسيم منطقة الدراسة طبوغرافيا.

مقارنة طبوغرافية بين البعد الثلاثى والعادى.

مواقع البيزومتر



مقارنة للتوزيع المساحي للملوحة للآفاق الثلاثة. خريطة قابلية الاستزراع

من خلال خريطة قابلية الاستزراع نستطيع تمييز ثلاث مناطق أساسية هي: C1, C2 , C3 حيث أنّC1 متوسط الناقلية بها محصور بين 7,99-8,10 ملي سيمنس / سم ومن خلال ذلك نستطيع اقتراح زرع نبات الشعير والقطن بهذه المنطقة شريطة ألا تتجاوز ناقلية الماء 5,1-5,3 ملي سيمنس / سم على الترتيب؛ حيث أنّ الشعير يعطي مردود يقارب 100 % وما يثبت هذا الاقتراح هي التجربة التي قام بها (حكيم دروعي؛2006) و التي أعطت نتائج جدُّ إيجابية (60 ق/ هكتار). إضافة إلى ذلك ننبه إلى تواجد هذه الزراعة منذ القدم بالمنطقة.

إنَّ اقتراحنا السابق لا يعني أن المنطقة يصلح بها الشعير فقط بل يمكن اقتراح محاصيل أخرى إلاّ أن مردودها قد ينقص من 10-50 % كما يوضحه الجدول الموالي .

الجدول:المحاصيل المقترحة في المنطقة الأولى:

النبات	%100			%10			%25			%50		
	CE_s	CE_e	LR	CE_s	CE_e	LR	CE_s	CE_e	LR	CE_s	CE_e	LR
ـ الشعير	8.0	5.3	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ـ القطن	7.7	5.1	10				-	-	-	-	-	-
ـ القمح				7.4	4.9	12	-	-	-	-	-	-
ـ الطماطم										7.6	5	20
ـالشعير العلفي				7.4	4.9	11						
ـحشيشة الشيلم				7.5	5.0	17						
ـ فول الصويا										7.5	5.0	25

بالنسبة للمنطقة الثانية لا يمكن لأي محصول أن يعطي مردود يقدر بـ 100% بينما يمكن اقتراح محاصيل تختلف فيها نسبة الضياع من 10%إلى 50%

جدول المحاصيل المقترحة في المنطقة الثانية

النبات	%100			%10			%25			%50		
	CEs	CEe	LR	CEs	CEe	LR	CEs	CEe	LR	CEs	CE_e	LR
ـ القطن				12	6.4	12						
ـالشمندر السكري				12	5.8	12						
ـ القمح							9.5	6.4	16			
ـ نخيل البلح							.10	7.3	11			
ـ التين و الزيتون										8.4	5.6	20
ـ شمندر المائدة										9.6	6.4	21
ـ السبانخ(السلق)										8.6	5.7	19
ـ الشمام										9.1	6.1	19
ـ الشعيرالعلفي				4.7	4.9	11						
ـ حشيشة الشيلم				7.5	5.0	17						

أما بالنسبة للمنطقة الثالثة فمتوسط ناقليتها يفوق 32 ملي سيمنس / سم و يبلغ أقصاه عمليًا 120.64ملي سيمنس \سم بحيث نظريًا يصعب أو ُيمْنَعْ المجازفة بغرس أي نبات بهَا.

الخاتمـــــــــــة

الزيَارَات والخرَجَات المَيْدانية المُتكررة لِلمَنطقة سَمَحَت لنَا بالتقرُب عَنْ كثب عَلى مَا تيسَرَ لنَا مِنْ مَشاكِلِهَا وَمُحَاوَلَةِ مُعالجتها أوْ بالأحْرَى تقدِيمِ واقترَاح بَعْض الحُلــول حيث وَجدنا أنَّ هَذِه المَنطقـــة تتميزُ حَقـا بمُناخ جافٍ تشتدُ بهِ الحَرَارَة وتشحُ فِيهِ الأمطارُ الأمْرُ الذِي جَعل تراكمَ الأمْلاح بهَا أمرًا لا مَناصَ مِنهُ. إضَافة إلىَ تأثير انخفاض المنطقة و الذي يَجْعَل تجَمُّع المياه بهَا من مُختلفِ المَناطِق المُجاورةِ عمليةً سهلة تؤدِي بدورهَا إلى تراكم الأمْلاح مِنْ خِلال زيَادَةِ مُسْتوَى السِّمَاط السَطحِي La nappe phréatique
إنَّ الأعمدة التكرارية تُظهرُ أنَّ أكثرَ مِنْ نِصْفِ نقاطِ السَبْر المَدْرُوسَة تزدَادُ بهَا المُلوحة من الأسْفل إلَى الأعْلى.
أمَّا مِنْ خِلال الخرَائِط الطبُوغرَافِيَة المُنجَزة فيتبينُ أولاً وأنَّ المَنطِقة مُقسَمة إلى ثلاثِ أقسامٍ، منطقة مرتفعة، منطقة متوسطة الارتفاع و أخرى منخفضة و التي تحتل القسم الأكبر.
رغم تجاوز مساحة الدراسة .3.75 كلم^2 إلاَّ أنَّهُ يتضحُ ومن خلال خرائط المُلوحَة وقابلية الاستزراع أنَّ الوضع السائد
هو الملوحة الشديدة (أكثر من 32 ملي سيمنس /سم بالنسبة للعجية المشبعة) التي يستحيل زراعة أي نبات بها ولا تنمو بها حتى الموالح Halophytes في بعض الأحيان، ولا تمثل المساحة القابلة للاستزراع إلاَّ جزءًا ضئيلاً يكادُ يكون مهملاً.
على الرغم من ارتفاع تكاليفِ تقييم الأراضي(La mise en valeur) إلاَّ إنَّه يبقى الحل الوحيد الناجع والدواء المُرْ الذي لا مَفرَ مِنهُ لأجل تحقيق استثمار دائم وزراعة مستدامة في المكان و الزمان.
و في الأخير يجدر بنا أنْ نشيرَ بأنَّه يجبُ على كل فلاح وكل مستثمر إذا كانت نيته الاستصلاح فعلاً، ألاَّ يقوم بمشروع الاستصلاح والاستزراع لمنطقة مَا قبل إجراء تحاليل المياه والتربة وبالتالي معرفة مدى كفاءة أو أهلية هذه الأرض للاستزراع لأنَّه منَ الأمور بالغة الأهمية بمكان.
وعلى السلطات المعنية أن تأخذ هذا بعين الاعتبار إنْ كنا نريد فعلا الوصول باقتصادنا إلى بَر الأمان وبالتالي تحقيق الأمن الغذائي والوصول إلى ركب الدول المتطورة.
والحلول الممكن اقتراحها لهذه المنطقة هي كالتالي:
- إقامة نظام صرف جيد و فعّال يجعل انخفاض مستوى السِماط السطحي ممكنا .
- الاختيار الجيد لطريقة السقي بما يتناسب مع المنطقة والمحصول.
- التوعية الجيدة للفلاحين والمستثمرين.
- إقامة دراسات لتقييم مثل هذه الأراضي لأنه واقعنا المعاش فعلا ويجب علينا أن نتأقلم معه ونجد له حلولا.
إن كل الدراسة التي قمنا بها لا تعدو أن تكون قطرة من بحر لذلك يمكن اعتبار هذه الدراسة لبنة أساسية تستدعي القيام بدراسات أخرى تكميلية كدراسة نوعية الأملاح السائدة، إضافة إلى ذلك دراسة تغير مَسْتوى السِّماط السَطحي، أصْل الأملاح، بنية وقِوَامْ التربة.

EVOLUTION DES FORMATIONS VEGETALES DES PARCOURS STEPPIQUES DE TADMIT. (WILAYA DE DJELFA).

L. BENSEGHIR, H. KADI-HANIFI.
Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
(U.S.T.H.B)

RESUME

Lors d'une précédente communication présentée dans une manifestation scientifique antérieure organisée par le « C.R.S.T.R.A », nous avions présenté un travail qui étudie l'évolution de la richesse floristique des parcours steppiques de la commune de Taâdmit (Wilaya de Djelfa). Pour cela nous avions choisi comme facteur limitant, la pluviosité annuelle et l'effectif du cheptel de la Wilaya car, il est admis aujourd'hui que ce sont la pluviosité et le pâturage principalement, qui influencent la richesse floristique. Ainsi la problématique qui s'en était dégagée avait été de tenter de déterminer la part de la sécheresse ou du surpâturage responsables de la baisse de la richesse spécifique et par conséquent, responsable du phénomène de désertification. Pour cela nous avions comparé la richesse floristique des années où les parcours étaient mis en défens et des années où ils ne l'étaient pas et dont la pluviométrie était connue (BENSEGHIR, 2008).

Dans la présente contribution nous allons cette fois-ci présenter l'évolution de la carte d'occupation des sols des parcours de Taâdmit et les changements de faciès qui ont eu lieu entre 1989 (TAZAÏRT, 1989) et 2006 (BENSEGHIR, 2008). Il s'avère que les parcours à base de *Stipa tenacissima* sont toujours les principaux faciès qui dominent, mais leurs surfaces est en diminution, remplacés par des formations végétales favorisées soit par le surpâturage soit par l'ensablement.

Mots clés : Sécheresse, désertification, mise en défens, carte d'occupation des sols.

INTRODUCTION

La commune de Taâdmit se trouve à 50 km au sud de la commune de Djelfa, sur les hautes plaines steppiques du sud algérois, dotée de terres de parcours depuis longtemps exploitées par les éleveurs de moutons, l'étude de sa végétation revêt donc un certain intérêt écologique.
L'étude suivante a pour objectif d'étudier l'évolution des faciès de la station de Taâdmit. Pour cela nous avons fait le choix d'une approche cartographique en comparant deux cartes d'occupation des sols qui englobent une partie des parcours (1 250 ha); celle de TAZAÏRT (1989) à la notre réalisée en 2006 (BENSEGHIR, 2008).
Dans cette contribution ne seront comparés que les faciès les plus représentatifs cartographiés en 1989, à savoir les steppes à *Stipa tenacissima* L. et les steppes à *Artemisia herba alba. asso* ainsi que les nouveaux faciès cartographiés en 2006 c'est-à-dire les steppes à *Lygeum spartum* L à *Arthrophytum scoparium. (pomel) Iljin* et à *Astragalus armatu.* L.

1. LES STEPPES A *STIPA TENACISSIMA .L* PURES

En 2006 nous constatons une diminution de la surface des nappes alfatières initiale de 1989 de plus de la moitié. En effet en 1989, les steppes à *Stipa tenacissi.* L. couvraient prés de 471,35 ha soit, 42% de la surface totale de la station, pour que celle-ci régresse à 212,86 ha en 2006, soit une diminution absolue de 258,49 ha. Mais fort heureusement nous avons remarqué une vigoureuse recolonisation par cette espèce de nouveaux espaces dans la station dont la surface atteint près de 183,46 ha, portant ainsi la surface totale des steppes à *Stipa tenacissima* L. dans la station de Taâdmit à 396,32 ha en 2006. Mais malgré ce recrutement non négligeable, nous constatons tout de même une diminution de 75 ha entre les deux années. Cela donne une idée de l'intensité des perturbations, et lors d'une précédente communication nous avons démontré que cette perturbation était de nature anthropique (surpâturage) et non climatique (BENSEGHIR et KADI-HANIFI, 2007 ; BENSEGHIR, 2008 ; BENSEGHIR *et al*, 2008).
De ce fait la question que nous nous posons et à laquelle nous n'avons pas encore de réponse claire et définitive est que, ces nouvelles parcelles cartographiées en 2006, sont elles issues d'une reproduction sexuée, c'est-à-dire par semis où d'une reproduction végétative ? La communauté scientifique aujourd'hui s'accorde sur le fait que l'Alfa ne se régénère plus par semis (DJEBAÏLI, 1984 ; KADI-KANIFI, 1998) où seulement en sous-bois (MAIRE, 1925). Ainsi nous ne retenons pour le moment que la voie végétative pour expliquer ce phénomène, bien que la voie sexuée ne soit pas

du tout à exclure, mais nous préférons mener des observations plus probantes, qui nous permettraient de trancher de manière définitive.
Concernant les steppes pures à Alfa qui ont disparu, elles ont soit évolué vers des steppes Alfa mixtes[1] où cette espèce co-domine avec de nouvelles espèces Chameaphytiques telles que l'*Artemisia herba alba. asso*, l'*Atractylis serratuloïdes. Sieb*, la S*alsola vermiculata* L, et l'A*stragalus armatus* L., ou encore le *Lygeum spartum* L. ; soit vers de nouveaux faciès où l'Alfa ne domine guère ou a complètement disparu[2]. Parmi ces nouveaux faciès nous citons (Tab 1):

1.1. Les faciès à *Artemisia herba alba. asso* purs

Quelques unes de ces formations ont fait leur apparition sur d'anciennes cultures effectuées par des éleveurs nomades à des fins d'autosubsistance ; des traces de labours et la présence de quelques espèces post-culturales telles que *Eruca vesicaria. (l) cav* très dense le démontrent.

1.2. Les faciès à base de *Lygeum spartum* L.

Ces formations supplantent le S*tipa tenacissima* L. lorsque l'aridité s'accentue avec un apport éolien de plus en plus important pouvant atteindre 50 cm de hauteur. Parmi les espèces qui co-dominent avec le sparte nous citons la *Thymelaea microphylla.*
Lorsque la sécheresse s'accentue (sécheresse édaphique) les steppes à Alfa évoluent vers des steppes *Astragalus armatus* L. pures ou à *Arthrophytum scoparium.* (*Pomel*) *Iljin* pures alors que celles-ci n'existaient pas en 1989. Cette dernière est une steppe climatique de l'aride (Achour, 1983 ; Aïdoud, 1984), de l'aride et du saharien (Pouget, 1980). Nous pensons que dans notre station l'*Arthrophytum scoparium* pousse dans les zones où l'albédo du sol est élevé asséchant l'atmosphère à sa surface ce qui accentue l'aridité de ces milieux.

[1] Premier stade de dégradation.
[2] Deuxième stade de dégradation.

Tableau 1 : Evolution des steppes à *Stipa tenacissima. L pures*

Faciès (1989)	Surfaces (1989) (ha)	Surfaces (2006) (ha)[3]	Surfaces nouvelles (ha)[4]	Surfaces Totale (2006) (ha)[5]	Faciès (2006)
Stipa tenacissima pur	471,35	212,86	183,46	396,32	*Stipa tenacissima, Artemisia herba alba* - *Stipa tenacissima, Atractylis sarratuloïdes* - *Stipa tenacissima, Salsola vermiculata* - *Stipa tenacissima, Atractylis serratuloïdes, Salsola vermiculata* - *Stipa tenacissima, Astragalus armatus, Atractylis serratuloïdes* - *Stipa tenacissima, Lygeum spartum, Salsola vermiculata* - *Artemisia herba alba* pur - *Artemisia herba alba, Lygeum spartum* - *Lygeum spartum, Thymelaea microphylla* - *Astragalus armatus* pur - *Arthrophytum scoparium* purs - *Salsola vermiculata, Atractylis serratuloïdes* - *Thymelaea microphylla, Artemisia campestris, Lygeum spartum* - Habitations

[3] Surface des parcelles cartographiées en 1989.
[4] Surface des nouvelles parcelles à Alfa apparues en 2006.
[5] Surface totale des steppes à Alfa en 2006.

2. LES STEPPES A *ARTEMISIA HERBA ALBA. ASSO* PURES

Les 40,65 ha de steppes à *Artemisia herba alba. asso* cartographiées en 1989 ont toutes évolué vers de nouvelles steppes telles que les steppes mixtes à *Lygeum spartum. L et Thymelaea microphylla. Coss et durieu* favorisées par l'ensablement (POUGET, 1980 ; ACHOUR, 1983, AIDOUD, 1984), ou plus étonnant encore vers des steppes pures à *Stipa tenacissima. L* (Tab 2).

L'évolution de ces espaces à Chihe vers des steppes à Alfa s'est effectuée selon le processus suivant :

Ces petites surfaces à Chihe se trouvent en fait plaquées ça et là sur de vastes steppes à Alfa. L'apparition de l'armoise blanche s'est faite après que des nomades aient défriché et arraché l'Alfa pour pratiquer une céréaliculture à courte durée à des fins d'autosubsistance. Les traces de labours et la présence de quelques espèces post culturales telles que l'*Eruca vesicaria. (l) cav* ou l'*Hordeum murinum* L. (QUEZEL ET SANTA, 1962 ; LE HOUEROU, 1969 *in* ACHOUR*, 1983*) atteste du passé cultural de ces steppes. Après l'abandon par les nomades de ces parcelles cultivées et l'apparition de l'armoise blanche, l'Alfa finis par recoloniser le milieu par reproduction végétative. (Phénomène de cicatrisation).

Les 41,22 ha de steppes à Chihe cartographiées en 2006 sont toutes de nouvelles steppes.

Tableau 2 : Evolution des steppes à base d'*Artemisia herba alba. Asso*

Faciès (1989)	**Surface (1989) (ha)**	**Surfaces (2006) (ha)**	**Surfaces nouvelles (ha)**	**Surface totale (2006) (ha)**	**Faciès (2006)**
- Artemisia herba alba pur	40,65	0	41,.22	41,22	o *Stipa tenacissima* purs o *Stipa tenacissima, Atractylis serratuloïdes, salsola vermiculata* o *Thymelaea microphylla, Artemisia campestris* • *Lygeum spartum, Thymelaea microphylla*

3. LES NOUVELLES STEPPES :

3.1. Les steppes à *Lygeum spartum* L. pures

En 1989 les steppes à *Lygeum spartum* L pures n'existaient guère (Fig 1) ; en 2006 leur surface atteint 29 ha. Ces faciès sont apparus après ensablement d'anciennes steppes à *Artemisia herba alba. asso*.

3.2. Les steppes à *Arthrophytum scoparium. (pomel) Iljin*

Alors que ces steppes n'existaient pas en 1989 celles-ci couvrent une superficie de 53 ha aujourd'hui. Ces steppes ont remplacé des formations mixtes à *Stipa tenacissima* et *Launaea acanthoclada*.

3.3. Les steppes à *Astragalus armatus L.* pures

Ces faciès aussi n'existaient pas auparavant, aujourd'hui leur surface atteint 16 ha et ont remplacé quelques steppes à armoise blanche.

CONCLUSION

Il apparaît de manière évidente que le paysage des terres de parcours de Tadmit est en train de changer, les anciens faciès qui renferment un cortège floristique riche en espèces palatables se réduisent avec l'arrivée de nouveaux faciès à base d'espèces épineuses non palatables telles que *l'Astragalus armatus* L. ou *l'Atractylis serratuloïdes*. Sieb. Mais fort heureusement nous avons pu remarquer l'apparition de nouveaux faciès purs à *Stipa tenacissima* L. en la faveur de conditions édaphiques et hydriques bien particulières. Ainsi étudier ces milieux favorables aux remontées biologiques seraient sans doute d'un intérêt écologique majeur pour tenter de solutionner le problème de la désertification.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AIDOUD-LOUNIS F., 1984.- Contribution à la connaissance des groupements à sparte (*Lygeum spartum* L.) des hauts plateaux sud-oranais. Etude phytoécologique et syntaxonomique. Thèse. Doct. 3éme cycl. Univ., Sci. Technol. H. Boumediene., Alger, 256 p+ ann.

ACHOUR H., 1983.- Etude phytoécologique des formations à alfa (*Stipa tenacissima* L.) du sud-oranais – wilaya de Saïda. Thése. Doct. 3éme cycl. Univ., Sci. Technol. H. Boumediene., Alger, 216 p + ann.

BENSEGHIR L., 2008.- Impact de la sécheresse et de l'anthropisme sur la biodiversité et le sol dans la station de Tadmit (Wilaya de Djelfa). Mém de Magister , Univ., Sci. Technol. H. Boumediene, Alger. 82p + carte.

BENSEGHIR L, KADI-HANIFI H., 2007.- Impact de la sécheresse et de l'action anthropique sur la végétation et les éléments de la surface du sol dans la station de Tadmit (Wilaya de Djelfa). Acte des journées internationales sur l'impact des changements climatiques sur les régions arides et semi-arides. C.R.S.T.R.A Décembre 2007.

BENSEGHIR L, AMGHAR F, TAZAÏRT K, KADI-HANIFI H., 2008.- Effects of drought and anthropism on vegetation and soil elements in the station of Tadmit (Wilaya of Djelfa). *Options méditerranéennes*, *Drougth management: Scientific and technological innovation*, series A/num 80: 87-91 Zaragoza.

DJEBAILI S., 1984. – Steppe algérienne Phytosociologique et écologie. Alger. 177p.

KADI-HANIFI H., 1998. – L'Alfa en Algérie. Syntaxonomie, relations milieu végétation, Dynamique et perspectives d'avenir. *Thèse*. Doct. Univ., Sci. Technol. H. Boumediene., Alger, 266 p + ann.

MAIRE R., 1925. – Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie. Notice. Direct. Agric. Commerc. Colon. Baconnier, Alger, 78p.

POUGET M., 1980. – Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. Doc. ORSTOM, Paris. Thèse Doct., Unit., Aix-Marseille, 1979, 555p + 3 cartes

QUEZEL S, SANTA P., 1962.- la nouvelle flore de l'Algérie et de la Tunisie septentrionale. Volume I. Edition du Centre National de la Recherche Scientifique.

TAZAÏRT K., 1989.- Essai d'étude diachronique (1970-1989) et cartographique des steppes à S*tipa tenacissima* dans la partie Nord-Est des parcours de Tadmit (W.Djelfa). Mémoire (D.E.S) ; Univ ; Sci. Technol. H. Boumediène, Alger, 66p + 2 carte.

ETUDE DU RENDEMENT DE L'*Atriplex canescens* DANS DIFFERENTES SITUATIONS GEOMORPHOLOGIQUES DANS LA STEPPE SUD-ALGEROISE

KOUIDRI Mohammed[(1)], TAIBAOUI Brahim[(2)], TAZAIRT Kamel[(2)] & OUAKID Mohamed Laîd[(3)]
Kouidri_Moh@yahoo.fr
(**1**) Université Amar Thelédji –Laghouat, Faculté des sciences de l'ingénieur, Département de Biologie.
(**2**) U S TH B -Alger, Département d'Ecologie végétale.
(**3**)Université BADJI Mokhtar –Annaba, Faculté des Sciences, Département de Biologie.

RESUME

Les steppes algériennes sont généralement des milieux à vocation pastorale, mais ces dernières décennies, elles ont subi de grandes perturbations de nature climatique et anthropozoïque qui se sont répercutées sur les potentialités fourragères de ces milieux. Compte tenu de cette situation, une opération d'introduction d'arbustes fourragers été nécessaire pour combler le déficit en aliments de bétail.
Cependant, l'identification des espèces clefs qui jouent un rôle dans la protection de l'environnement et l'alimentation des bétails est un préalable à toute intervention. Pour cette considération, il est indispensable de connaitre à la fois, l'écologie de ces espèces et leur rendement dans les différents milieux à aménager,
Notre travail a été réalisé dans le secteur des hauts plateaux sud-algérois, sur le versant sud des monts des Ouled Naïl et dans la dépression du Zahrez El Gharbi et avait pour objectif l'étude des caractéristiques fourragères (valeur azotée, cellulose brute et matière grasse) de l'*Atriplex canescens*, cette chénopodiacée exotique qui a connu une grande réputation en raison de son utilisation comme réserve fourragère durant les périodes de disette et pour sa capacité fixatrice du sable. Son utilisation dans différentes unités géomorphologiques et dans des conditions climatiques similaires a permis de mieux connaitre les milieux adéquats de sa plantation.

Mots clés : Hauts plateaux sud-algérois, vocation pastorale, *Atriplex canescens*, caractéristiques fourragères, Unités géomorphologiques.

INTRODUCTION

Ces dernières années, les zones arides en Algérie ont fait l'objet de nombreux travaux, phytoécologiques et fourragers. Les premiers ont permis de caractériser l'espace steppique avec toutes ses richesses floristiques. Les seconds (fourragers), ont mis le point sur l'importance des espèces autochtones de point de vue alimentaire et leur rôle dans la satisfaction des besoins du bétail qui ne cessent d'augmenter. Et comme les parcours steppiques ont subi de grandes perturbations de nature climatique et anthropozoïque qui se sont répercutées sur leurs potentialités fourragères, il était nécessaire de faire recours aux fourrages supplémentaires par l'introduction des espèces fourragères exotiques. Cependant, le choix de ces dernières demande une bonne connaissance du point de vue exigences, possibilité d'introduction, rendement, valeurs écologiques et précisément leurs valeurs nutritives. Cela permet non seulement d'établir des plans de rationnement adaptés aux besoins, mais aussi d'aider au choix des plantes à cultiver dans les milieux à réhabiliter.

Le présent travail met le point sur les caractéristiques de l'une de ces espèces à savoir, « L'*Atriplex canescens* » qui est une espèce exotique qui a connu une grande réputation en raison de son utilisation comme réserve fourragère durant les périodes de disette et pour sa capacité fixatrice du sable (Le Houerou, 1969).

CADRE D'ETUDE ET METHODOLOGIE

Les périmètres étudiés se localisent dans la partie Ouest de la région de Djelfa (Djelfa ouest) et se répartissent sur quatre communes (Fig. 1).

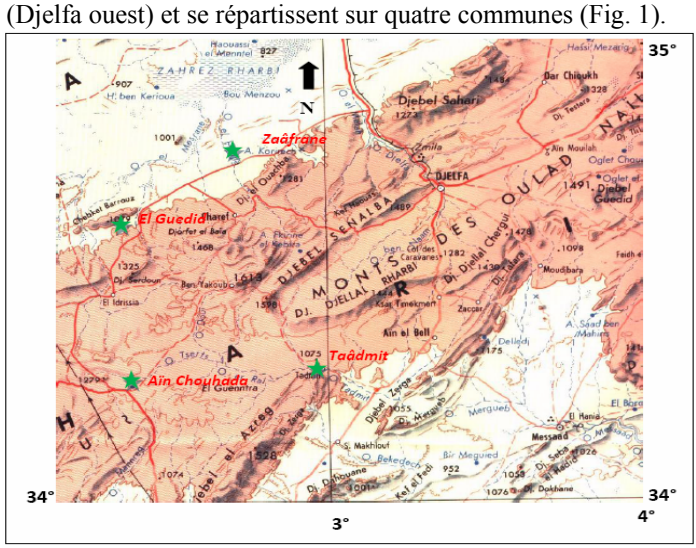


Fig. 1 : Situation géographique de la zone d'étude
(Extrait de la carte internationale du monde, feuille d'Oran. E = 1/1000 000)

Selon leur richesse en éléments géomorphologiques, nous avons choisi les emplacements de nos relevés sur les stations comme suit (Tab. 1) :

Tableau 1 : Répartition des périmètres de plantation en fonction de la variation des unités géomorphologiques.

Relevés	Régions	Unités géomorphologiques	Altitude et distance par rapport à Djelfa
R1	El Guedid	Glacis d'érosion	1000 m 70 km Nord-ouest
R2		Dépression fermée	
R3		Chenal d'oued sur glacis moyen	
R4		Glacis à encroûtement gypseux	
R5		Dépression salée	
R6	Zaâfrane	Barkane	950 m 61 km Nord-ouest
R7		Glacis moyen fortement ensablé (champ de dunes)	
R8		Espace interdunaire sur glacis moyen	
R9	Aïn Chouhada	Chenal d'oued sur glacis moyen ensablé	1000 m 80 km Sud-ouest
R10	Taâdmit	Glacis moyen à encroûtement calcaire	1035 m 55 km Sud-ouest

R : Relevé.

Nous avons adopté une méthodologie comparative, basée sur l'étude des paramètres chimiques caractéristiques de la plante (azote, cellulose, matière minérale) à fin de connaître le milieu de plantation le plus productif. Cette étude est appréciée par la comparaison de dix périmètres de plantation d'*Atriplex canescens* sur différentes unités géomorphologiques.
Nous avons jugé utile de choisir l'échantillonnage subjectif, qui est la forme la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage (Gounot, 1969).

De point de vue bioclimatique, et en reportant les valeurs de $\mathbf{Q_2}$ et de (**m**) sur le climagramme d'Emberger, les stations d'étude se situent dans le semi-aride, à l'exception du périmètre de Zaâfrane qui appartient à l'aride supérieur (Tab.2).

Tableau 2: Quotients pluviothermiques et étages bioclimatiques des stations étudiées.

Station	Q_2	m (c°)	Bioclimat	Variante à
Zaâfrane	29	1,33	Aride supérieur	Hiver frais
Taadmit	44,52	0.99	Semi-aride	Hiver frais
El Guedid et Aïn Chouhada	42,44	1,13	Semi-aride	Hiver frais

Q2 : Quotient pluviothermique d'Emberger
m : Température moyenne mensuelle du mois le plus froid

Les éléments de surface du sol comprennent les fréquences en (%) du couvert végétal, de la litière, des éléments grossiers, de la pellicule de glaçage et du sable. La fréquence de chaque élément a été évaluée à partir d'un relevé linéaire (100 points de lecture le long d'une ligne de 10 m).
L'espèce choisie dans cette étude, l'*Atriplex canescens*, est un arbuste des Chénopodiacées d'une taille de 1 à 3 m de hauteur. Cette espèce se trouve dans son aire de répartition dans les étages semi-aride et aride supérieur et moyen et trouve son optimum dans les isohyètes supérieurs à 250 mm. Elle supporte les températures de 30 à 35 °C et tolère jusqu'à -15°C (Franclet et Le Houerou, 1971), elle présente une valeur fourragère de l'ordre de 0.25 UF/kg MS (Sarson, 1970), Nefzaoui & Chermiti (1988) cités par Fao (1989) donnent une amplitude de 0.25 à 0.68 UF/kg MS. (**UF** : unité fourragère. **MS** : matière sèche).
Nous avons réalisé le dosage de l'azote total par la méthode de Kjeldahl, la cellulose brute par la méthode de Weend, ainsi, la matière minérale est obtenue par incinération.

RESULTATS :

Les caractères du couvert végétal et du sol sont résumés dans le tableau (3). Les faciès de végétation qui caractérisent les périmètres de plantation se répartissent comme suit :

Faciès à *Stipa tenacissima* et *Stipa parviflora* et *Noaea mucronata* (R1) : situé sur glacis moyen où l'alfa (*Stipa tenacissima*) est dégradée sous l'effet du surpâturage, ce qui favorise l'installation des espèces de dégradation telles que *Noaea mucronata,* et *Atractylis serratuloides* ; le sol devient moins épais et l'apport éolien moins important, et on remarque le taux élevé de la pellicule de battance (34 %) avec un recouvrement de végétation moyen (38%) (Tab. 3) dû à la présence des espèces adaptées à cette situation de dégradation, et qui se rencontrent, d'après C.R.B.T (1987), de façon assez permanente avec *Noaea mucronata* telles que *: Atractylis serratuloides, Stipa parviflora, Telephium imperati, Plantago albicans, Poa bulbosa* et *Filago spathulata*.

Faciès à *Stipa parviflora* (R2) sur daya, qui est souvent soumise à la culture, ce qui favorise l'installation des post-culturales telles que *Artemisia campestris, Eruca vesicaria* et *Hordeum murinum.* Dans ce faciès, on a remarqué une richesse floristique importante (24 espèces) (Tab. 3), favorisée par la disponibilité de l'eau dans cette unité géomorphologique.

Faciès à *Lygeum spartum* et *Artemisia campestris* (R3), se localise sur une zone dépressive où se rencontrent des éléments grossiers. La steppe à sparte se développe très généralement sur les alluvions quaternaires (Ozenda, 1954). La présence d'*Artemisia campestris, Eruca vesicaria, Stipa parviflora* et *Hordeum murinum*, indique que ce faciès est installé sur une zone post-cultivée (C.R.B.T, 1987).

Faciès à *Atriplex glauca* et *Halocnemum strabilaceum (*R4), sur glacis à encroûtement gypseux de nappe. La première espèce se trouve généralement sur des sols gypso-salins, sur des croûtes gypseuses légèrement salées (Akrimi et Zaafouri, 1989). Dans ces conditions défavorables, la richesse floristique est très faible (5 espèces) seulement, accentuée par le taux élevé de la pellicule de battance (62%)(Tab.3)

Faciès à *Halocnemum strabilaceum* (R5), rencontré sur une dépression salée et est caractérisé par la dominance des halophytes. L'*Halocnemum strabilaceum* indique une salure excessive du milieu (Pouget, 1980). Il en est de même pour *Arthrocnemum indicum* et *Atriplex saturoides.*

La faible richesse floristique observée (10 espèces) (Tab. 3) serait due à la forte salinité du milieu. La rareté des espèces dans telle situation est déjà mentionnée par Killian (1954) pour Chott Hodna et Ozenda (1954) pour la région de Bou Ghazoul.

Faciès à *Lygeum spartum* et *Aristida pungens* (R6), situé sur champ de microdune dans des zones particulièrement soumises aux dépôts éoliens. La

présence de *Lygeum spartum* et de *Thymelaea microphylla* montre que l'érosion éolienne est modérée (Melzi, 1986) probablement sous l'effet des plantations d'*Atriplex canescens*. Le taux élevé de litière (22%) montre le rôle de la plantation d'Atriplex comme étant brise-vent.

Faciès à *Aristida pungens* pur (R7), localisé sur milieu dunaire où le Drinn pousse au niveau des grandes accumulations sableuses dont le sable est faiblement fixé, (56%) de sable (Tab. 3).

Faciès à *Polygonum equisetiforme* (R8), cette psammophyte se trouve accompagnée d'un ensemble d'espèces psammophytiques telles que *Thymelaea microphylla, Bromus rubens* et *Saccocalyx saturecoides ;* cette dernière est fréquente dans les zones pré désertiques (Quezel et Santa, 1962).

Faciès à *Aristida pungens* et *Lygeum spartum* (R9) sur chenal d'oued ensablé, le Drinn dans ce faciès est physionomiquement dominant, cette espèce est caractéristique des milieux à accumulations sableuses non stabilisées, mais on assiste là à un autre stade, qui est le stade de fixation de sable où son taux devient pratiquement nul (Tab.3). Cette fixation est témoignée par la présence des espèces suivantes : *Artemisia campestris*, *Paronychia arabica, Atractylis flava et Onopordon arenarium*.

La nature des apports (apports alluviaux) a favorisé l'installation et le bon développement du Drinn qui préfère les sols à texture fine (alluvions) (Ozenda, 1954).

Faciès à *Stipa tenacissima* et *Salsola vermiculata* (R10) dans lequel l'alfa est associée à des espèces psammophytes telles que *Artemisia campestris, Thymelaea microphylla, Eruca vesicaria et Schismus barbatus* ainsi *Peganum harmala*.

La présence de *Salsola vermiculata* indique, d'après Ozenda (1954), que le sol sur lequel repose ce faciès est légèrement salé.

TAUX DE REUSSITE

L'analyse du tableau (4), montre que les relevés (R1 et R10) présentent les taux de réussite les plus faibles (42.86 et 37.04%), avec aussi un développement (hauteur et diamètre) relativement faible. Probablement à cause de la faible profondeur de ces sols squelettiques qui semble être le facteur gênant pour le développement de la plantation. Le meilleur taux de réussite et le bon développement des plantations sont notés dans les zones sableuses (R6, 7 et 9), ce qui confirme la bonne adaptation de l'*Atriplex canescens* à ce genre de milieu.

Dans les sols profonds, à texture fine (R2, R3, R4 et R5), les plantations présentent des taux de réussite élevés, tandis que leur développement est moins important par rapport aux zones ensablées (Tab.4).

Tableau 3 : Caractéristiques du couvert végétal et du sol et principaux faciès de végétation.

Faciès de végétation	RG %	Litière %	Eléments grossiers %	Pellicule de glaçage %	Sable %	Richesse floristique
Stipa tenacissima + Stipa parviflora+ Noaea mucronata	38	18	8	34	2	23
Stipa parviflora	62	22	0	15	1	24
Lygeum spartum + Artemisia campestris	18	15	5	60	2	20
Atriplex glauca+ Halocnemum strabilaceum	29	2	5	62	2	5
Halocnemum strabilaceum	34	12	0	53	1	10
Lygeum spartum + Aristida pungens	52	22	0	23	3	15
Aristida pungens	25	19	0	0	56	11
Polygonum equisetiforme	31	13	7	0	49	11
Aristida pungens + Lygeum spartum	30	28	3	36	3	18
Stipa tenacissima + Salsola vermiculata	50	10	5	20	15	19

Tableau 4: Taux de réussite, hauteurs et diamètres moyens

Relevés	Ages (ans)	Taux de réussite	Hauteur moyenne (cm)	Diamètre moyen (cm)
R1	6.5	42.86	61	65
R2	6.5	81.48	120	159
R3	5.5	94.12	83.5	120.5
R4	4	81.48	71.5	120
R5	4	81.48	87	145
R6	5	85.18	107	141.5
R7	6	62.96	126.5	171
R8	6	37.04	71.5	89
R9	6	76.66	131.5	214.5
R10	5	37.04	70	97.5

D'après Nefzaoui et Chermiti (1991), la valeur nutritive de tout fourrage, en général, et des arbustes, en particulier dépend essentiellement de sa teneur en matière azotée totale (M.A.T) et en cellulose brute (CB). Les résultats des analyses fourragères sont regroupés dans le tableau (5).

Tableau 5: Variation de la composition chimique de l'*Atriplex canescens* dans les périmètres étudiés.

Relevés	Unités géomorphologiques	MS (%)	MM (%)	Azote (%)	Cellulose (%)	MG (%)
R1	Glacis d'érosion	44,16	16,4	13,4	17,15	4,11
R2	Dépression fermée	39,75	18,44	16,43	11,9	4,68
R3	Chenal d'oued sur glacis moyen	39,61	17,86	17,79	18	4,78
R4	Glacis à encroûtement gypseux	37,85	16,64	17,72	12,8	3,23
R5	Dépression salée	38,61	22,97	10	17,5	3,36
R6	Barkane	39,1	18,4	18,48	12,8	2,38
R7	Glacis moyen fortement ensablé (champ de dunes)	37,19	19,38	17,5	12,75	2,28
R8	Espace interdunaire sur glacis moyen	39,23	23,64	16,19	12,6	2,25
R9	Chenal d'oued sur glacis moyen ensablé	37,08	17,96	20,23	10,95	3,08
R10	Glacis moyen à encroûtement calcaire	35,23	15,7	21,76	9,3	3,15

MS : matière sèche ; **MM** : matière minérale ; **MG** : matière grasse.

L'azote présente une grande importance pour la production animale (vitesse de croissance, production du lait,..). La carence azotée tend à réduire l'appétit et à diminuer les performances, notamment la vitesse de croissance (Delage, 1974).

Pour le Relevé (R5), le taux d'azote est le plus faible (10 %), qui est dû essentiellement au facteur de salinité qui est le facteur prépondérant agissant sur la plante en provoquant des troubles nutritionnels (Pouget, 1980), d'autre part, il diminue le processus de nitrification, voire son inhibition à des doses très élevées (25 mmhos/ cm) (El Hassani et Persoons, 1994).

Ce sol (salé à alcali) qui est de texture fine (Tab.6), dont la structure est souvent dégradée, en surface et en profondeur, favorise une humidité presque permanente facilitant l'installation des microorganismes anaérobies dénitrifiants (Duthil, 1973).

Sur l'ensemble des unités géomorphologiques, le sable suit un gradient croissant, du voile sableux jusqu'aux grandes accumulations sableuses. Le

relevé (R1) sur glacis moyen dépourvu de sable présente un taux faible d'azote (13.40 %) par rapport aux autres glacis, ce dernier est caractérisé par un sol calcaire pauvre et peu profond (15 à 20cm), la minéralisation d'azote y est faible (Duthil, 1973).

En revanche, le relevé (R10), marqué par la présence d'un voile sableux, présente le taux d'azote le plus élevé (21.76 %) grâce à de meilleures conditions de nutrition azotée à la faveur d'un bon état du sol (bon drainage, aération) et témoigne aussi du bon état du faciès végétal (Alfa bien développée). Dans les zones où il y a une grande accumulation de sable (R6 et R7), la texture grossière (sableuse) facilite l'infiltration totale des eaux de pluies, et permet à l'espèce de développer un système racinaire bien structuré qui joue un rôle primordial dans la nutrition.

Cependant, le lessivage intense dans ce type de sol favorise l'appauvrissement en éléments fertilisants, mais la présence d'un horizon limitant plus profond (50 à 100 cm) situé à la base, peut être un élément favorable dans la mesure où il freine et arrête plus ou moins la percolation de l'eau en profondeur pour la laisser ainsi à la disposition des racines (Pouget, 1971).

Les taux d'azote dans les relevés (R6 et R7) sont respectivement 18.481 % et 17.5 %, cette différence serait due à la différence d'âge qui est pour (R6) (5 ans) et pour (R7) (6 ans).

Le relevé (R8) situé sur une dépression interdunaire et qui présente des caractères d'hydromorphie comme le souligne Pouget (1971), montre pratiquement la même valeur d'azote que le relevé (R2) situé aussi sur dépression fermée (sol hydromorphe) et qui sont respectivement 16.187 % et 16.143 %. Cette similitude s'explique par la ressemblance en caractères pédologiques en particulier, la texture fine (Tab.6).

Concernant les relevés (R3 et R9) situés sur chenaux d'oueds, ils présentent les valeurs d'azotes suivantes : 20.23 % pour (R9) et 17.79 % pour (R3), la différence entre les deux réside dans l'effet bénéfique de l'horizon sableux du relevé (R9) (Tab.6).

Le relevé (R4) du glacis à encroûtement gypseux de nappe, et malgré l'âge de plantation (4 ans), présente une valeur d'azote proche de celle des relevés (R2 et R8). Ce relevé présente une structure dégradée en surface et en profondeur, avec un taux élevé d'humidité qui provoque l'anaérobiose, ces conditions combinées facilitent la dénitrification.

En plus, Foury et *al*. (1975) cités par Nedjraoui (1981) ainsi que Duthil, (1973) ont souligné que l'argile provoque la rétention de l'ammonium, ce qui retarde ou inhibe la nitrification.

Nous pouvons constater que le taux d'azote varie considérablement dans la plante d'une unité géomorphologique à l'autre.

Le taux de cellulose dans la plante est considéré comme l'élément essentiel pour estimer sa valeur énergétique. Ce taux varie sous l'influence de plusieurs facteurs : âge, climat et sol.
Généralement, le taux de cellulose dans nos relevés est faible, sauf les relevés (R1, R3 et R5) qui présentent respectivement les valeurs suivantes : 17.5, 18 et 17.5 %.
Pour les relevés (R1 et R3), qui sont soumis à un stress hydrique causé par la texture fine (limoneuse) de leurs sols, qui influe directement sur le bilan hydrique de façon à augmenter :

- Le ruissellement qui est lié au phénomène de battance.
- Les pertes par évaporation (accentuées par la dégradation du couvert végétal).
- La mauvaise pénétration des racines en profondeur (Pouget, 1971).

Dans le relevé (R5), la plantation est soumise à un stress salin qui provoque un stress hydrique, la pression osmotique augmente dans le sol à cause des sels, ce qui rend difficile l'absorption de l'eau par les racines. De ce fait, la plante présente des caractères d'adaptation par fermeture et diminution du nombre de stomates, et par épaississement des tissus épidermiques des feuilles et des tiges.
L'augmentation de la teneur en cellulose dans les tissus végétaux revient à deux facteurs principaux, le stress hydrique induit par la texture fine et la salinité, et au facteur d'âge (l'augmentation du taux de la cellulose est proportionnelle à l'augmentation de l'âge).
Les éléments minéraux sont acheminés sous forme de sels minéraux jusqu'aux parties supérieures de la plante où ils sont combinés aux glucides obtenus par la photosynthèse pour former les composants indispensables à tous les végétaux.
Plusieurs facteurs influencent le taux des minéraux dans la plante, parmi lesquels, la structure et la texture du sol dont dépendent l'aération et le développement du système racinaire (El Hassani et Persoons, 1994).
Le taux des éléments minéraux (cendres) dans nos relevés est compris entre 15.7 et 23.64 % (Tab. 5) où les plantations sur sols squelettiques à faible profondeur sur glacis moyens, présentent les taux les plus faibles (R1=16.4 % et R10=15.7 %), cette carence en minéraux semble être due à la nature du sol saturé en calcaire (ions Ca^{++}) qui diminue la perméabilité cellulaire, et freine la pénétration de l'eau et de la plupart des ions, notamment le potassium et le fer (effet d'antagonisme) (Heller, 1981).
En plus, la faible profondeur du sol (15 à 20 cm) (Tab.6) diminue l'absorption minérale, et la texture fine de ces sols (limoneuse ou limono-sableuse) gêne la pénétration des racines en profondeur et facilite les pertes d'eau par évaporation, diminuant ainsi la solubilité des minéraux, comme le soulignent Pouget (1971) et El Hassani et Persoons (1994).

Les relevés (R3 et R9), situés sur chenaux d'oueds, montrent des valeurs similaires en éléments minéraux et qui sont plus ou moins élevées (R3=17.86 %, R9=17.96 %). Ces taux seraient dus à la nature d'apports alluviaux généralement riches en minéraux.
Les relevés (R6 et R7) situés sur sols à texture grossière (sableuse) qui fixe mal les fertilisants (les éléments minéraux) et qui sont sensibles à la perte par lessivage, présentent des taux élevés en minéraux dans leurs tissus.
Deux facteurs assurent l'alimentation minérale équilibrée, la texture grossière qui, elle-même, facilite une bonne structuration du système racinaire jouant un rôle primordial dans l'absorption des minéraux (El Hassani et Persoons, 1994). En outre, la présence d'un horizon limitant à la base de ce sol sableux constitue une forme de réservoir en eau et en éléments minéraux à la disposition des racines.
Pour le relevé (R4) situé sur glacis à encroûtement gypseux, sa faible valeur en éléments minéraux (16.64 %) revient essentiellement à la présence de l'encroûtement gypseux qui est considéré comme milieu fort déficient en éléments minéraux, et de sa texture fine (argileuse) qui empêche le bon développement du système racinaire.
Le relevé (R5) situé sur dépression salée montre un taux relativement élevé en minéraux (22.97 %), cette importance serait due à la plante elle-même qui tend à élever sa pression osmotique par accumulation des éléments minéraux à fin d'assurer son alimentation en eau (Duthil, 1973).
Une meilleure alimentation minérale semble liée à une bonne structuration du système racinaire facilité par un horizon superficiel plus ou moins profond à texture grossière.
La présence excessive d'un élément spécifique dans le sol se manifeste par deux types d'action, l'une augmente l'absorption minérale (la salinité), l'autre la diminue (effet d'antagonisme).
Nos teneurs en matière azotée, en cellulose brute et en matière minérale, observées sur la partie consommable de la plante dans notre zone d'étude, et qui sont consignés dans le tableau (7), s'inscrivent dans la fourchette des résultats obtenus par les différents auteurs, alors que les variations observées pourraient s'expliquer par les différences climatiques, édaphiques ainsi que l'âge et les méthodes d'analyse (*in vivo, in vitro* ou *in sacco*).

Tableau 6 : Résultats des analyses pédologiques des périmètres étudiés.

Relevé	Unités géomorphologiques	Epaisseur de la couche meuble (cm)	Horizon	MO %	CT %	PH	Texture
R1	Glacis d'érosion	15 à 20	H1	3,3	5,66	6,95	L
			H2	2,89	41,1	7,41	Ls
R2	Dépression fermée	-	H1	1,87	5,32	8,09	Al
R3	Chenal d'oued sur glacis moyen	-	H1	1,24	14,6	7,75	L
			H2	0,62	18,3	8,05	Ls
R4	Glacis à encroûtement gypseux	> 100	H1	0,95	1,4	-	Al
R5	Dépression salée	-	H1	0,93	24,6	6,55	floculation
			H2	0,52	37	7,04	Ls
R6	Barkane	20 à 50	H1	0,34	6,75	8,72	S
R7	Glacis moyen fortement ensablé (champ de dunes)	100	H1	0,86	0,52	8,55	S
R8	Espace interdunaire sur glacismoyen	> 50	H1	1,95	1,91	8,24	Sl
R9	Chenal d'oued sur glacis moyen ensablé	30 à 60	H1	0,41	1	7,1	Sl
			H2	1,24	14,2	7,75	L
R10	Glacis moyen à encroûtement calcaire	15 à 20	H1	2,7	18,6	7,55	Ls
			H2	0,69	8,38	9,1	Sl

H : horizon ; **MO** : matière organique ; **CT** : calcaire total ; **L :** limoneuse ; **Ls :** limono-sableuse ; **Al :** argilo-limoneuse ; **L** : limoneuse ; **S** : sableuse ; **Sl** : sablo-limoneuse.

Tableau 7 : Variation de la composition chimique de l'*Atriplex canescens* selon les différents auteurs

Auteurs	Pays	MM %	CB %	Azote
Foury (1954)	Maroc	13,2	21,68	15,27
El Hamrouni et *al*. (1954)	Tunisie	19,6	18,3	14,2
	Maroc	13,2	21,7	15,3
ACSAD (1979)	Syrie	6,3	9,9	4,6
Guemmour (1992)	Algérie	17,5-16,4	8-24	10,5-22
Nefzaoui et Chermiti (1988)	Tunisie	-	23,79	16,4
Nefzaoui (1991)	Tunisie	13,2	20,8	18,4
Douh (1993)	Algérie (Djelfa)	18,74	18,75	7,39
Présent travail (2001)	Algérie (Djelfa)	18,74	13,57	16,95

CONCLUSION

Au terme de cette étude, il convient donc de synthétiser les principaux résultats obtenus :

Les plantations d'*Atriplex canescens* ont permis de fixer le sable et d'augmenter le recouvrement global de la végétation.

Le meilleur taux de réussite et le bon développement de plantation sont notés dans les zones sableuses, ce qui confirme la bonne adaptation de l'*Atriplex cenescens* à ce genre de milieu, tandis que la texture fine et la faible profondeur du sol semblent être les facteurs gênants du développement de cette espèce.

La teneur de l'espèce en azote varie de 10 à 21.76 %. L'hydromorphie, la salinité et l'encroûtement gypseux constituent des facteurs néfastes pour la nutrition azotée. Par ailleurs, la présence du voile sableux sur un sol bien drainé et bien aéré a permis de donner un meilleur taux d'azote.

La lignification des tissus de l'*Atriplex canescens* est accentuée par le stress hydrique induit par la salinité et la texture fine du sol. Ainsi, La variation des teneurs en éléments minéraux chez cette espèce dépend de leur disponibilité et de leur libre circulation dans le sol, la texture et les réserves en eau ont, à ce propos un rôle déterminant.

La saturation du milieu en un élément spécifique (Ca++) se répercute négativement sur l'absorption minérale par l'effet d'antagonisme.

En examinant nos résultats, il est recommandé d'introduire cette espèce dans les zones sableuses, profitant ainsi de leur double intérêt : la fixation du sable et l'alimentation équilibrée.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

AKRIMI N. ; ZAAFOURI M.-S. , 1989 : Etude des arbustes fourragers les plus couramment utilisés dans la mise en valeur des régions arides Tunisiennes. Description, écologie, valeur pastorale et techniques d'exploitation, *I.R.A*. 72p.
C.R.B.T., 1987 : Rapport phytoécologique de la wilaya de Djelfa, Alger.

DELAGE J., 1974 : L'alimentation azotée dans la pratique de l'élevage, la carence azotée. *I.N.R.A. Grignow*. Paris, 148p.
DOUH M., 1993 : Essai sur la productivité fourragère des parcours à Atriplex dans une région steppique. *Mem. Ing. I.N.E.S*. Blida,85p
DUTHIL J., 1973 : Eléments d'écologie et d'agronomie. Tome III. (*éd*, J-B.B.BAILLIERE), 373p.
EL HASSANI T. ; PERSOONS E., 1994 : Agronomie moderne, base physiologique et agronomique de la production végétale. *ed-Hatier,* 544p.
F.A.O., 1989 : Techniques de développement pastoral. Volume 3. Plantation d'arbustes fourragers. Projet *F.A.O*. rab.84.025.
FRANCLET A. ; LE HOUEROU H.N., 1971 : Les Atriplex en Tunisie et en Afrique du Nord. *249p.UNSP/SF/TUN,* Rapp. n°7, *FAO*, Rome.
GOUNOT M., 1969 : Méthodes d'études qualitatives de la végétation. *éd Masson et Cie*. Paris, 314p.
HELLER R., 1981 : Abrégé de physiologie végétale, Nutrition, Tome I. *éd-Masson.* Paris, 244p.
KILLIAN CH., 1954 : Plantes fourragères types hautes plaines algériennes, leur rôle particulier en période sèche. *Ann. Amelir .Plant.* Paris, 505-528.
LE HOUEROU H.-N., 1969 : La végétation de la Tunisie steppique (avec références aux végétations analogues d'Algérie, de Lybie et du Maroc). *Ann .Inst. Nat. Rech. Agro*.Tunis., 42 ,(5).624p.
MELZI S., 1986 : Approche phytoécologique de processus de la désertification dans le secteur pré-saharien : Messaad (w.Djelfa). *Thèse mag. Univ. Sci. Technol.* Houari Boumediène. Alger. 133p
NEDJRAOUI D., 1981 : Evolution des éléments biogènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès de végétation (*Artemisia herba-alba, Lygeum spartum et Stipa tenacissima*) des hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. *Thèse doct. 3eme cycle. U.S.T.H.B.* Alger, 156p + Annexes.
NEFZAOUI A et CHERMITI A., 1991 : Place et rôles des arbustes fourragers dans les parcours des zones arides et sem-aride de la Tunisie. *Opt. Medit -.série seminaire* N°16, pp 119-125.
OZENDA P., 1954 : Observation sur la végétation d'une région semi-aride, les hauts plateaux du sud algérois. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 45, pp189-224.

POUGET. M., 1971 : Etude agropédologique du bassin du Zahrez Gharbi (feuille rocher de sel), échelle 1/100000.
POUGET. M., 1980 : Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. *Thèse Doct O.R.S.T.O.M,* 466p + Annexes.
QUEZEL P. et **SANTA S., 1962-1963** : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Volume II. *C.N.R.S.* Paris, 1170p.
SARSON M., 1970 : Résultats d'un essai sur l'alimentation de disette fourragère au centre d'Ousseltia. *Not. Tech*. N°6. *PEPAEP. F.A.O.* Tunisie.

IMPORTANCE DES PARCELLES MISES EN DEFENS POUR LA DIVERSITE DES POPULATIONS STEPPIQUES

ADAMOU A., KHELIFI A., KOUIDRI M. & OUAKID M. L*
Adamou_alaa@yahoo.fr
Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Amar Telidji –Laghouat
*Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar-Annaba

RESUME :

Les steppes algériennes connaissent aujourd'hui une forte dégradation qui se traduit par un déséquilibre écologique et une baisse du rendement pastoral, suite aux changements climatiques (sécheresse) et l'utilisation irrationnelle des parcours d'intérêt agropastoral, d'où l'importance d'illustrer le rôle des espaces protégés pour la biodiversité steppique.
Notre étude est menée en 2008, sur les plantes steppiques de deux sites, l'un mis en défens et l'autre dégradé de la région de Laghouat (3° 1'N 34° 7'E). L'échantillonnage a été effectué par des relevés linéaires, où nous avons placé, entre deux piquets, un ruban gradué de 10 m. La lecture se fait par points matérialisés par une aiguille à intervalle régulier de 10 cm.
Les résultats montrent une différence entre les deux parcelles. Le site protégé présente un couvert végétal plus important (55.67%) que le site non protégé (33.77%). La richesse totale et moyenne varie entre les deux sites (23 espèces pour le site protégé et 10 espèces pour le site dégradé). L'abondance dans le site protégé dépasse 23 pieds/10m, et uniquement 11 pieds/10m dans le site dégradé, on note la dominance de *Stipa tenacissima, Schismus barbatus, Thymelea microphylla, Stipa parviflora,* dans le site protégé, et la dominance de *Hamada scoparia* et *Astragalus armatus,* dans le site dégradé. La diversité est plus importante dans le site protégé (1.09 bits) que le site dégradé (0.47 bits). Cette dernière reflète la diversité et la nature du sol pour chaque site. La teneur en matière sèche des espèces dominantes présente une variation entre les deux parcours (77.81 à 81.35% pour l'*Astragalus armatus),* par contre, cette variation est moins importante au niveau de la teneur en matière organique chez la même espèce (92.15 à 93.3%) avec un avantage pour le site mise en défens.

Mots clés : Steppe, plantes spontanées, mise en défens, matière sèche, matière organique.

INTRODUCTION

Au nord du Sahara, la végétation désertique passe d'une manière plus au moins progressive. Elle est représentée essentiellement par de vastes étendues couvertes d'une végétation basses très ouverte ; les steppes à "Alfa", à "Armoise" et à "Sparte" qui couvrent des étendues immenses (Ozenda, 1958 ; Nedjraoui, 2002). En Algérie, les steppes occupent quelques 27 millions d'hectares et constituent une ressource capitale en fourrage, essentiel à l'activité pastorale des régions semi-aride et aride (Melzi, 1990). Dans le sud Algérois, le passage est plus graduel et la limite subdésertique dépasse une centaine de Kilomètres de largeur. Les groupements des hauts plateaux typiques encore à mi distance entre Djelfa et Laghouat, contiennent plus au sud une proportion croissante d'espèces sahariennes. D'importantes nappes d'alfa existent encore au sud de Laghouat jusque vers Tilrhempt et cette espèce se trouve même à l'état de pieds isolés dans le M'Zab (Ozenda, 1958).

Malheureusement, les steppes algériennes connaissent aujourd'hui une forte dégradation à cause des contraintes naturelles dont les plus marquantes sont la sécheresse (Melzi, 1990 ; Amaouch, 2001 ; Rahmoune et *al*., 2001). La salinisation des sols et les phénomènes d'érosion (Halitim, 1988). Et aussi les facteurs anthropozoïques ; comme le surpâturage, le tassement des sols et le labour anarchique (Lemée, 1978 ; Quézel et Médail, 2003).

Parmi les solutions proposées pour la réhabilitation des parcours dégradés, la technique de la mise en défens qui présente des avantages écologiques certains (Melzi, 1990 ; Tbib et Chaieb, 2001).

Les nombreuses études phytoécologiques et pastorales entreprises dans ces régions ont permis d'évaluer et de cartographier les ressources naturelles disponibles. Ainsi, des études successives ont été réalisées dans le but de quantifier l'intensité de leur dégradation et de définir les facteurs qui sont responsables. Parmi, ces études les travaux de Daget et *al*. (1988) en Syrie, au Maroc et même en Algérie. Dans notre pays plusieurs travaux se succèdent ; Djebaili (1988) dans la région de Saida. Aidoud (1989) dans la région du sud Oranais., Bourahla (1998) et Hellal (1998) dans la région sud de Sidi Bel Abbes, Dahmani (1989) et Bouazza (1999) dans la région sud de Tlemcen, Benabdeli et *al.* (1999) dans la région Ouest de Naama.

Dans cette étude préliminaire, nous nous sommes intéressés à présenter l'importance des parcelles protégées pour la diversité écologique et pastorale des parcours steppiques.

MATERIEL ET METHODES

PRESENTATION DE SITE D'ETUDE :

Notre travail est réalisé dans la région de Laghouat, où nous avons échantillonné deux parcelles, la première est la station de « Choucha » mise en défens depuis 2005 située à 10 Km environ au Nord de la commune de Sidi Makhlouf (3° 01'N 34° 07'E ; 886m). Elle couvre une superficie de 200 hectares. La deuxième parcelle est dégradée située à quelques Km de la première parcelle, c'est un terrain plat de type Hamada (steppe prédésertique).

METHODOLOGIE

Nous avons procédé à un échantillonnage subjectif qui représente la forme la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage (Gounot, 1969), Il consiste à choisir les échantillons qui paraissent les plus représentatifs et suffisamment homogènes (Long, 1974 ; Henry, 2001). Nous avons réalisé 09 relevés phytoécologiques pour l'ensemble de la zone d'étude durant la saison optimale de végétation (mois de mars). Pour obtenir des informations sur l'état du couvert végétal et les éléments de la surface du sol, nous avons utilisé la technique de la ligne qui consiste à placer, entre deux piquets, un ruban gradué de 10 à 20 m (10 m dans notre cas) tendu au-dessus de la végétation (Gounot, 1969 ; Ozenda, 1982 ; Lacoste et Salanon, 1999).

Nous avons effectué quelques paramètres de la valeur pastorale comme la matière sèche et la matière organique par les méthodes conventionnelles décrites par Demarquilly et Weiss (1970). Par la suite nous avons appliqué quelques indices écologiques pour analyser et comparer la structure floristique de chaque site à savoir, le recouvrement global de la végétation, la richesse totale et moyenne, la dominance donnée par la formule: $\mathbf{I\ Do = \sum di / R}$ et la diversité $\mathbf{H' = -\sum (Pi.\ log_2\ Pi)}$. Ces indices sont les plus utilisés pour l'analyse de la structure des populations (Blondel et *al.*1973 ; Shochat et *al*., 2004).

Les traitements statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel Statistix pour Windows 1997 pour les statistiques descriptives.

RESULTATS

Au cours de notre étude nous avons inventorié 09 familles et 23 espèces au niveau du site mis en défens, où dominent les Poaceae avec 07 espèces, les Fabaceae par 02 espèces suivie par les Rosaceae, Cruciferaceae, Thymeliaceae, Capparidaceae, Renonculaceae et Chenopodiaceae, avec une seule espèce. Le deuxième site est représenté par 11 espèces appartiennent à 08 familles ; de Compositaea (04 espèces), les Fabaceae, les Thymeliaceae,

les Malvaceae, les Convolvulaceae, les Geraniaceae, les Poaceae et les Renonculaceae sont représentés par une espèce chacune (Tab.1).

Tableau 1 : Structure et richesse floristique de périmètres mis en défens (site 1) et dégradé (site 2)

Famille	Espèce	Site 1	Site 2
Poaceae	*Stipa tenacissima* **L.**	+	-
	Stipa parviflora **Desf.**	+	+
	Aristida obtusa **Del.**	+	-
	Schismus barbatus (**L.)Thell.**	+	-
	Lygeum spartum **L.**	+	-
	Bromus rubens **L.**	+	-
	Lolium multiflorum **Lamk.**	+	-
	Hordeum murinum **L.**	+	-
Compositaea	*Artemisia campestris* **L.**	+	+
	Artemisia herba alba **Asso.**	+	-
	Atractylis sp **L.**	+	-
	Scorzonera undulata **vahl.**	+	-
	Nolletia chrysocomoides **cassini.**	+	-
	Launaea acanthoclada **(Lam.) Boiss.**	+	-
	Gymnarhena micrantha **Desf.**	+	-
	Hamada scoparia **(Pomel) Iljin.**	-	+
	Atractylis serratuloides **Sieber. ex Cass.**	-	+
	Odantospernum pygmeum **L.**	-	+
Fabaceae	*Astragalus armatus* **Lam.**	+	+
	Medicago laciniata **(L) All.**	+	-
Cruciferaceae	*Farsetia hamiltonii*	+	-
Thymeleaceae	*Thymelea microphylla* **Coss..**	+	+
Rosaceae	*Neurada procumbens* **L.**	+	-
Capparidaceae	*Cleome arabica* **L.**	+	-
Renonculaceae	*Cornulaca monocantha* **Del.**	+	-
	Traganum nudatum **Del.**	-	+
Chenopodiaceae	*Atriplex canescens* **L.**	+	-
Malvaceae	*Malva sp.***L.**	-	+
Convolvulaceae	*Convolvulus supinus* **Coss. et DR.**	-	+
Geraniaceae	*Monsonia heliotropioides* **(Cav.) Boiss.**	-	+

La richesse moyenne montre une variation entre les deux sites et entre les différents points de chaque site. La richesse moyenne dans le site protégé est de 6.33 espèces par relevé et varie entre 4 à 9 espèces, par contre dans le site dégradé est de 1.73 espèces par relevé et varie de 2 à 5 espèces.
L'abondance totale varie entre les deux sites, dans le site protégé l'abondance est en moyen de 23.83 pieds/10m et varie entre 11 et 36 pieds, par contre dans le site dégradé elle est de 11 pieds/10m en moyenne, elle varie de 6 et 15 pieds.
La dominance calculée à partir de l'abondance de chaque espèce, laisse apparaître deux classes distinctes. Dans le site protégé, la première classe varie entre 0.01 et 0.05 comprend successivement : *Stipa tenacissima, Schismus barbatus, Thymelea microphylla, Stipa parviflora, Atractylis sp, Bromus rubens*. La deuxième comprend les autres espèces une dominance inférieure à 0.01. Pour le deuxième site on distingue aussi deux classes : la première varie entre 0.01 et 0.08 comprend les espèces : *Hamada scoparia, Astragalus armatus, Atractylis serratuloides.* La deuxième est inférieur à 0.08 comprend les espèces : *Odantosperum pygneum, Thymelea microphylla* (Fig. 1). On observe aussi, une grande diversité dans le site protégé avec 1.096 bits, par rapport au site dégradé avec 0.473 bits

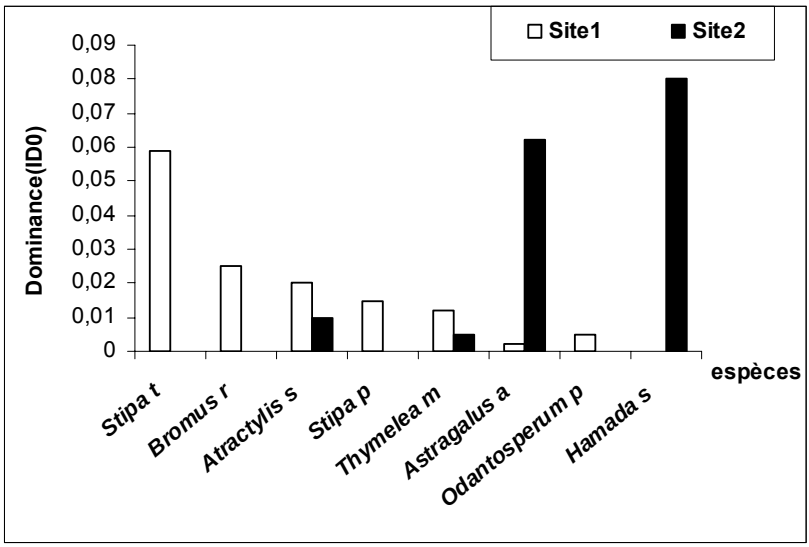


Figure 1: Dominance des cinq premières espèces dans le site protégé (site 1) et le site dégradé (site 2)

La parcelle mise en défens caractérisée par une grande occupation du sol par les végétaux avec un taux de recouvrement de 55.67%, et 44.32% sous forme de sable et éléments grossiers (Tab.2).

Tableau 2 : Taux de recouvrement du sol des deux sites

		Couverture végétale	Couverture non végétale
Recouvrement (%)	Protégé	55.67	44.32
	Dégradé	33.77	66.23

L'occupation des deux sites par la couverture non végétale montre la présence du sable avec un pourcentage élevé dans le site protégé, par contre les éléments grossiers, la pellicule de glaçage et la roche mère sont plus élevés dans le site dégradé. (Fig.2).

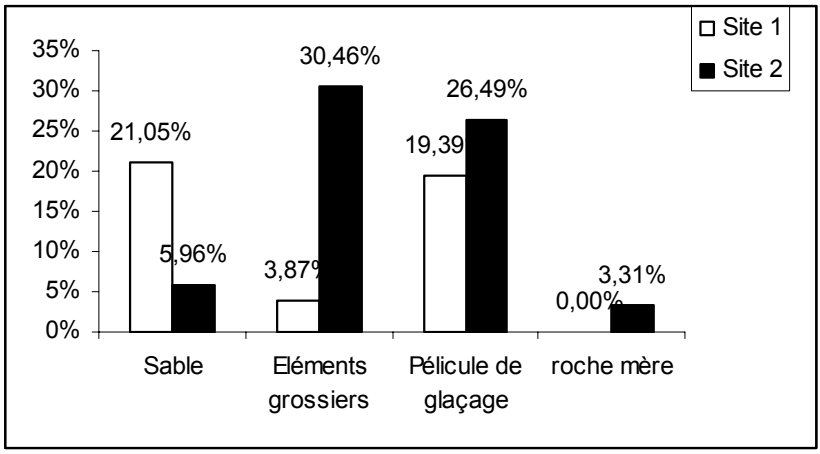


Figure 2 : Pourcentage de la couverture non végétale dans le site protégé (site 1) et le site dégradé (site 2)

Les teneurs en matière sèche, matière minérale et organique exprimés en pourcentage réalisées sur les espèces étudiées dans les deux sites sont résumés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Résultats des analyses de la matière sèche (MS), matière organique (MO) et matière minérale (MM) réalisées sur les espèces dominantes [N ; m±sd (extrême)]

	Espèce	**MS %**	**MO (%MS)**	**MM (%MS)**
Site 1	*Stipa tenacissima*	10 ; **79.04**±1.55 (77.62-82.1)	2 ; **95.2**±2.26 (93.6-96.8)	10 ; **4.8**±2.26 (3.2-6.4)
	Astragalus armatus	10 ; **81.35**±3.58 (75.37-85.82)	2 ; **93.3**±0.28 (93.1-93.5)	10 ; **6.7**±0.28 (6.5-6.9)
Site 2	*Hamada scoparia*	10 ; **72.97**±2.39 (67.9-76.12)	2 ; **76.7**±0.14 (76.6-76.8)	10 ; **23.3**±0.098 (23.2-23.4)
	Astragalus armatus	10; **77.81**±2.29 (75.37-82.1)	2 ; **92.15**±0.21 (92-92.3)	10 ; **7.85**±0.21 (7.7-8)

Dans la parcelle protégée, la matière sèche est en moyenne de 79.04% pour *Stipa tenacissima,* elle varie entre 77.62 et 82.1%, pour *Astragalus armatus*, elle est en moyenne de 81.34%, varie de 75.37 à 85.82%. Pour le la parcelle dégradé la matière sèche de *Hamada scoparia* est en moyenne de 72.97%, varie de 67.9 à 76.12%. La moyenne de l'*Astragalus armatus* est de 77.81 et varie entre 75.37 et 82.1.
La matière organique est la composante la plus forte avec une moyenne de 95.2%, elle varie de 93.6 et 96.8% pour *Stipa tenacissima*, et de 93.3% en moyenne pour l'*Astragalus armatus*. Dans le site dégradé l'espèce *Hamada scoparia* contient une teneur en matière organique de 76.7%, *l'Astragalus armatus* contient moyenne de 92.15%.

DISCUSSION
L'étude des plantes spontanées dans deux sites, l'un mis en défens et l'autre dégradé, nous a démontré que l'occupation des sols par la couverture végétale (plantes, litière) et non végétale (sable, éléments grossiers, pellicule de glaçage, roche mère) diffère d'un site a un autre. Les faciès dégradés représentent une forte teneur en sables grossiers (30 à 60%) et un fort recouvrement de la surface du sol en éléments grossiers (Kadi Hanifi, 1990 ; Melzi, 1990). La pellicule de battance, la litière, les problèmes d'ensablement, de déflation et de ruissellement d'eau, sont autant des paramètres d'importance écologiques qui influent sur la qualité et la quantité de végétation (Lemée, 1978 ; Melzi, 1990).

Dans les stations mises en défens, le nombre d'espèces augmente avec l'importance du voile sableux, et la présence d'un voile sableux plus ou moins épais constituant un écran contre l'évaporation qui maintient un degré d'humidité plus important et surtout plus durable pour les espèces végétales, déterminant les steppes à *Lygeum spartum* et *Stipa tenacissima* avec *Thymelea microphilla* et *Artemisia campestris* (Aidoud, 1989 ; Melzi, 1990). Cet élément (voile sableux) est plus important dans la première station en raison du phénomène de piégeage par les espèces pérennes physionomiquement dominantes (*Stipa tenacissima* et *Thymelea microphilla)* contrairement au parcours a Remth où le sable piégé dépend surtout de la situation géomorphologique et du microrelief que de l'espèce dominante (Melzi, 1990).

La steppe connait aujourd'hui une grande dégradation à cause de plusieurs facteurs au sens de Nedjraoui (2002), parmi ces facteurs : la sécheresse liée aux faibles précipitations, l'érosion éolienne et hydrique qui provoquent d'énormes pertes : près de 600.000 ha de terres en zones steppiques sont totalement désertifiées sans possibilité de remontée biologique et près de 6 millions d'hectares sont menacés par les effets de l'érosion hydrique et éolienne. La croissance démographique a concerné aussi bien la population sédentaire que la population éparse. Le même auteur a noté une importante régression du nomadisme qui ne subsiste que de façon rare, les pasteurs ont modifié leur système de production en associant culture céréalière et élevage. Le surpâturage est aussi un facteur de dégradation très important, les travaux d'Aidoud (1989) montrent que les parcours se sont fortement dégradés et la charge pastorale potentielle serait d'environ 8ha/1eq.ovin supérieure à la charge réelle des parcours ce qui donne lieu à un surpâturage intense et d'après Tbib et Chaieb (2001), les taux de recouvrement ont triplé dans les mises en défens par rapport aux autres sites pâturés.

La diminution du couvert végétal et le changement de la composition floristique sont les éléments qui caractérisent l'évolution de la dégradation de la steppe, cette dégradation se répercute au niveau de la richesse totale et l'abondance totale. Les travaux de Bourahla (1998) et Nedjraoui (2002) montrent que des faciès ont complètement disparus et sont remplacés par d'autres qui sont indicateurs de stades de dégradation et d'ensablement, la régression des steppes à Armoise blanche et Alfa se traduit par des stades où ces deux espèces sont remplacées par le Sparte et par des espèces de dégradation telles que *Atractylis serretuloides, Astragalus armatus, Peganum harmala.*

Le surpâturage influe aussi bien sur le plan qualitatif que quantitatif (Bouazza, 1998 ; Nedjraoui, 2002; Quezel et Medail, 2003); les bonnes espèces pastorales sont consommées avant d'avoir eu le temps de fructifier, leur système racinaire dépérit et elles disparaissent totalement du faciès en laissent la place à d'autres espèces qui sont inappétées comme : *Astragalus armatus* et *Atractylis serratuloides*. Par contre sur le plan quantitatif, le surpâturage provoque une diminution du couvert végétal pérenne et de la phytomasse. (Nedjraoui, 2002).

Le domaine steppique est situé aux étages bioclimatiques semi aride et aride, recevant de 150 à 300 mm/an de précipitations (Dajoz, 1982 ; Letreuch, 1991 ; Guendouz, 2005). Cependant la sècheresse qui persiste ces dernières années, représente le facteur le plus dominant pour accélérer la dégradation de la steppe. La flore qui occupe le même espace, trouve, au cours des années, des conditions écologiques défavorables. Les éleveurs dans la steppe savent que les conditions climatiques de ce milieu sont défavorables pour couvrir l'alimentation de leurs troupeaux pour cette raison chaque éleveur cherche à trouver le bon pâturage pour assurer une bonne alimentation de son troupeau. Selon les travaux de Bourahla (1998) dans le sud de la wilaya de Sidi Bel Abbes, la présence d'un trop grand nombre de brebis par rapport aux capacités réelles de la steppe, accélère la dégradation puis la désertification des parcours.

La richesse totale des espèces est de l'ordre de 23 dans le site mis en défens et 10 dans le site dégradé, cette faiblesse est marquée surtout dans la parcelle dégradée, cette dernière s'explique par la nature topographique du site (Hamada) et les mauvaises conditions climatiques (Ozenda, 1982 ; Melzi, 1990). Autrement, la végétation désertique est toujours très ouverte et à faible densité ainsi la faiblesse des précipitations dans la région présaharienne et leur irrégularité interannuelle influent fortement sur la germination et le développement des éphémères (Melzi, 1990). La steppe du sud de Tlemcen (Bouazza, 1998) représente une richesse totale de 79 espèces. Outre, Hellal (1998) a trouvé 78 espèces dans les nappes alfatières du Nord de la steppe occidentale d'Algérie. Chehma (2005), note dans la région de Ouargla une richesse totale de 79 espèces dans les lits d'oueds, 46 espèces dans les dépressions, 41 espèces dans les Hamadas, 17 espèces dans les sols sableux, 17 espèces dans les regs et 3 espèces dans les sols salés. Il constate que les lits d'oueds sont des milieux très riches en espèces car se sont des milieux pourvues en eau.

Quézel et Bounaga (1975), trouvent qu'au niveau des unités à *Stipa tenacissima*, le nombre d'espèces varie entre 19 et 42 espèces par station, ainsi ils signalent que 63% des espèces de chaque station appartiennent à l'élément « touffe d'alfa ». D'autre part, Melzi (1990) a trouvé au niveau des unités à *Hamada scoparia* que le nombre d'espèces par station varie de

10 à 33 espèces, ces résultats constituent un appui aux nôtres. La richesse totale dans la steppe aride du Nord de l'Afrique diminue selon un transect Nord-sud (Le Houérou, 1995).

Au niveau de l'abondance, *Stipa tenacissima* est la plus abondante, il s'agit d'une plante très robuste (Ozenda, 1958 ; Maire, 1953). Cette plante steppique vivace reconnue par sa grande résistance à la sécheresse (Hellal, 1998) est présente dans le site mis en défens avec une moyenne de 23.83 pieds/10 m, tandis que dans le site dégradé, elle est remplacée par *Hamada scoparia* indicatrice de la steppe pré-désertique (Melzi ,1990), avec une moyenne plus faible. L'*Astragalus armatus* figure en deuxième place dans les deux sites, ce qui s'explique par sa pérennité et son adaptation aux conditions climatiques.

Le site protégé est dominé par 5 espèces : *Stipa tenacissima, Bromus rubens, Atractylis sp., Stipa parviflora, Thymelea microphylla, Astragalus armatus* , le deuxième site est dominé par : *Hamada scoparia, Astragalus armatus, Atractylis sp. Odantsperum pygmeum, Themelea microphilla.* Les sols sableux sont caractérisés par la dominance des Poaceae, et les plateaux caillouteux (Hamadas) sont riches en espèces endémiques (Ozenda, 1982). D'autre part la dominance des composées et des Poacées s'explique par leur résistance à la rigueur des conditions climatiques (Hellal, 1998). De ce qui précède, le premier site (mis en défens) apparu le plus riche et plus diversifié figurant sur la valeur de l'indice de Shannon (1.09 bits), tandis que cet indice est nettement inférieur dans le deuxième site (0.47 bits) traduisant sa dégradation.

L'étude des taux de recouvrement des deux sites nous a montré des valeurs plaçant la parcelle mise en défens en tête, où *Stipa tenacissima recouvre* 34.26% du parcours ainsi que dans la parcelle dégradée *Hamada* scoparia couvre 51.51%. Chehma (2005) a constaté que les lits d'oueds présentent le taux de recouvrement le plus élevé (22.13%), suivis par les hamadas avec (8.65%), à cet effet nous avons trouvé que ces dernières sont les plus faibles en espèces.

L'analyse de la valeur pastorale des 3 espèces donne des valeurs qui reflètent les conditions de l'environnement steppique. Le pourcentage en matière sèche est élevé chez les espèces de la parcelle mise en défens par rapport à la parcelle dégradée. Ces résultats concordent avec ceux de Houari (2006). Concernant la matière minérale, nos valeurs sont similaires à celles de Nedjraoui (1981). Elle note que malgré une composition minérale plus faible (Tab. 4), l'alfa est moins digestible. *Hamada scoparia* correspond à une espèce qui contient une valeur élevée en matière minérale due à la nature de son biotope (sol squelettique riche en matière minérale) (Melzi, 1990).

Ces données indiquent encore une fois l'importance des parcelles misent en défens pour la conservation et la gestion des parcours steppiques. Les résultats obtenus constituent une évaluation qualitative et quantitative de l'état actuel de nos parcours et l'impact des facteurs, anthropozoïque et climatique sur la végétation et le milieu. Une éventuelle dégradation qui s'exprime par une réduction de la diversité végétale des parcours, une diminution du recouvrement global de la flore, diminution de la richesse par station et une colonisation des éléments indicateurs de dégradation (éléments grossiers).

Tableau 4 : Tableau comparatif des valeurs en matière sèche et cendres.

Espèces	Matière sèche (%)	Cendres (%)	Auteurs
Stipa tenacissima *Hamada scoparia* *Astragalus armatus*	79.04 72.97 77.81 à 81.35	4.8 23.3 6.7 à 7.85	Présent travail
Stipa tenacissima *Hamada scoparia*	- -	4.8 22.8	Nedjraoui, 1981
Astragalus armatus	89.09 à 97.11	-	Houari, 2006

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AIDOUD A., (1989). Les Ecosystèmes steppiques à armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso) : Phytomasse et productivité primaire. Biocénoses **4 (1.2) :** 70-90.

AMAOUCH I., (2001). La connaissance du milieu et constitution d'une base de donnée cartographiques et statistiques sont un préalable dans l'approche du développement des zones steppiques. *Journée débat sur l'harmonisation des actions de développement*. HCDS, Djelfa, 3p.

BENABDELI K. Benseddik B. et Bouzid L., (1998). Importance de l'utilisation du Tamarix (*Tamarix gallica* wahl.) dans la lutte biologique contre l'ensablement et aperçu sur la production de bois et d'unités fourragères. *Séminaire national sur les zones arides* : *rétrospectives, enjeux et stratégie*. CRSTRA**,** Adrar.

BLONDEL J., Camille F. et Bernard F., (1973). Avifaune et végétation essai d'analyse de la diversité, Alauda **12**(1-2) : 63-84.

BOUAZZA M., (1998). L'état actuel de la steppe au sud de Tlemcen. *Séminaire national sur les zones arides : rétrospectives, enjeux et stratégie*. CRSTRA, Adrar.

BOURAHLA A., (1998). Rationalité scientifique et rationalité pastorale en milieu steppique. *Séminaire national sur les zones arides : rétrospectives, enjeux et stratégie*. CRSTRA, Adrar.

CHEHMA M., (2005). Etude floristique et nutritive des parcours camelin du Sahara septentrional Algérien. Thèse doctorat, univ. Badji Mokhtar, Annaba, 178p.

DAGET P.H. Ahdali L. David P., (1988). Le bioclimat méditerranéen et ses modalités dans les pays arabes. Biocénoses **3 (1.2) :**73-93.

DAJOZ R., 1982. Précis d'écologie. Ed. Gautier- Villars, Paris, 503p.

DEMARQUILLY C ; Weiss PH., 1970 : Tableaux de la valeur alimentaire des fourrages. n° 42, *INRA-Sei*, Verseille, 64p.

DJEBAILI S., (1988). Connaissances actuelles sur L'Alfa (*Stipa tenacissima* L.) : autoécologie, phénologie, productivité et valeur nutritive. Biocénoses **3 (1.2) :** 43-52.

GENDOUZ A., (2005). Ecophysiologie et biogéographie du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* dans le sud Algérien. Thèse doc. d'Etat en agronomie, INA, EL Harrach, Alger, 210p.

GOUNOT M., (1969). Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson et Cie, Paris, 314p.

HALITIM A., (1998). Les sols des régions arides d'Algérie. Ed. OPU, Algérie, 384p.

HELLAL B., (1998). Diagnostic phytoécologique d'une nappe alfatière du Nord de la steppe occidentale d'Algérie. *Séminaire national sur les zones arides : rétrospectives, enjeux et stratégie*. CRSTRA, Adrar, 9p.

HENRY C., (2001). Biologie des Population Animales et Végétales, Ed. Dunod, Paris, 709 p.

HOUARI K.D., (2006). Impact de la nature des sols sahariens sur la composition chimique de quelques plantes de la région d'Ouargla. Mém. Magi., Ouargla, 89p.

KADI HANIFI H., (1990). Etude phytoécologique des formations à Alfa dans le sud oranaise. Biocénoses **5(1.2) :**37-68.

Lacoste A. et Salanon R., (1999). Eléments de biogéographie et d'écologie. Ed. Nathan, Paris, 300p.

LE HOUEROU H., (1995). Considérations biogéographiques sur les steppes arides du nord de l'Afrique. Sécheresse **2 (6)** :167-173.

LEMEE G., (1978). Précis d'écologie végétale. Ed. Masson, Paris, 285p.

LEUTREUCH N., (1991). Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. Ed. OPU, Alger, 294p.

LONG G., (1974). Diagnostique phytoécologique et aménagement du territoire. Tome I : principes généraux et méthodes. Ed. Masson, Paris, 252p.

MAIRE R., (1953). Flore de l'Afrique du Nord.Volume II, Ed. Paul Le chevalier, Paris, 374p.
MELZI S., (1990). Evaluation du processus de la désertification dans une région présaharienne du sud Algérois. Biocénoses **5(1.2) :** 85-102.
NEDJRAOUI D., (1981). Evolution des biogènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès de végétation (*Artemisia herba alba,* Asso., *Lygeum spartum* L., et *Stipa tenacissima* L.) des hautes plaines steppiques de la wilaya de SAIDA. Thèse Doc. 3ème cycle en sciences biologiques, USTHB., Alger, 156p.
NEDJRAOUI D., (2002). Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. Options Méditerranéennes : 239-243.
OZENDA P., (1958). Flore du Sahara septentrional et central. Ed. C.N.R.S, Paris, 468p.
OZENDA P., (1982). Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin, Paris, 431p.
QUEZEL P. et BOUNAGA D., (1975). Aperçu sur la connaissance actuelle de la flore d'Algérie et de Tunisie. Ed. CNRS, Paris : 125-130.
QUEZEL P. et MÉDAIL F., (2003). Ecologie et biogéographie des forets du bassin méditerranéen. Ed. Lavoisier, Paris, 571p.
RAHMOUNE C., Maalem S. et Bennaceur M., (2001). Effets comparés de la fertilisation phosphatée sur l'Atriplex cultivé en zone semi-aride du Nord-Est algérien. Options Méditerranéennes : 213-217.
SHOCHAT E., Stefanov W. L., Whithouse M. E. A. et Faeth S. H., (2004). Urbanization and spider diversity: influences of human modification of habitat structure and productivity. Ecological Applications **14(1):** 268-280.
SOLTNER D., (1982). Alimentation des animaux domestiques. Ed. Sciences et techniques agricoles, Paris, 392p.
TBIB A. Chaieb M., (2001). La mise en défens des parcours en zones arides : Avantages écologiques et obstacles socio-économiques. *Options Méditerranéennes* : 473-476.

AXE II

Agro Biodiversité, Agro-Ecosystèmes et Optimisation des Techniques Agronomiques

LE PALMIER DATTIER AUX ZIBAN ; UN PATRIMOINE A PRESERVER

BELHADI A[1]., NEZZAR-KEBAILI N[1]., ROMANI M[2]., GUESMIA H[2]. et SALEM A[3].
1-Attachés de recherche, 2-Chargés d'étude et 3-Technicien supérieur
Email : belhadiaissa@yahoo.fr
Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides
CRSTRA - Biskra

RESUME

La région des Ziban est connue pour sa production dattière, notamment en *Deglet Nour*, et aussi pour sa richesse en matière de diversité de cultivars. En effet, on estime à près de 400 cultivars le patrimoine phoenicicole de cette région.

Dans le but de mieux connaître l'importance (qualitative et quantitative) et l'état du patrimoine de cet ensemble géographique, des enquêtes sur terrain ont été effectuées durant l'année 2007/2008.

Sur les 24 localités prospectées 307 cultivars ont été inventoriés. Les localités les plus riches en nombre de cultivars se trouvent dans les piémonts de montagne (Djemourah, Sidi Masmoudi, El Outaya (Hamam Sidi El Hadj)) et les localités les moins riches en cultivars sont celles où la *Deglet Nour* domine (Bordj Ben Azzouz, Foughala, El Ghrous, Lichana, Sidi Khaled, Ouled Djellal et Elhadjeb), avec quelques exceptions (Tolga, Lioua et Ourlal). Des cultivars de bonne qualité (exp. *Eloukzi*) et d'autres de qualité moindre (exp. *Bouhazem*) sont menacés d'extinction vu leur âge avancé (plus de 60 ans) et le nombre très limité de pieds qu'ils renferment.

Mots clés : Palmier dattier, cultivars, diversité variétale, inventaire, Ziban.

I- INTRODUCTION

Le palmier dattier occupe une place primordiale dans les régions arides et semi-arides d'Algérie pour les intérêts économique, social et écologique. C'est au niveau du Bas Sahara, dont font partie les Ziban, que se concentre le plus grand potentiel phoenicicole d'Algérie. Selon MESSAR (1996), les trois régions du Bas Sahara (Ziban, Oued Souf et Ouargla) comptabilisent à elles seules 67% de ce potentiel.

Les palmeraies anciennes renferment une grande diversité en cultivars. Ce qui offre aux populations locales une production dattière diversifiée et étalée dans le temps. En effet, des dattes précoces (exp. *Amari et Dedaï*) qui mûrissent à partir de la première quinzaine du mois de juillet, aux dattes tardives (exp. *Mech Degla*), les agriculteurs disposent d'un revenu permanent sur presque la moitie de l'année, tiré uniquement de la vente des dattes, en plus une disponibilité des dattes de différentes variétés pour l'autoconsommation familiale (intérêt économique).

Depuis, l'avènement de la loi sur l'accession à la propriété foncière agricole (APFA, en 1983) et du Plan National du Développement Rural et Agricole (PNDA, en 2000), le secteur phoenicicole algérien a connu un essor considérable. La région des Ziban a connu, dans ce cadre, un accroissement de 68,44% de son potentiel phoenicicole, de 1999 à 2005 (HADJI, 2007).

Cependant, l'effort consenti a été orienté davantage vers un nombre limité de cultivars (*Deglet Nour*, *Ghars*, *Mech Degla* et *Degla Beidha*), privilégiant la Deglet Nour à concurrence de 80%, et ce pour leur valeur marchande. Par conséquent, la production en *Deglet Nour* a atteint 55% de la production totale en dattes (BELGUEDJ *et al.* 2008). L'orientation sélective axée essentiellement sur un développement phoenicicole monovariétal, expose ce patrimoine aux risques de maladies, d'aléas climatiques et surtout à l'érosion génétique.

Les inventaires réalisés par HANNACHI et BAKKARI (1994 *in* BELGUEDJ *et al.* 2008), BENKHALIFA *et al*. (1998) et BELGUEDJ (2002) montrent une grande richesse variétale dans les Ziban.

Dans l'objectif de voir l'état de cette diversité variétale (une décennie après l'application du PNDA), nous avons procédé à un inventaire, terroir par terroir et localité par localité. Ainsi, 24 localités sont prospectées et 9 autres sont en cours de réalisation.

II- APPROCHE METHODOLOGIQUE

Pour réaliser cet inventaire, des sorties sur terrain ont été effectuées au niveau de 24 localités (figure 1). L'opération d'identification des différents cultivars a été effectuée en collaboration avec des agriculteurs connaisseurs du palmier dattier. La distinction entre les différents cultivars a été faite en utilisant deux critères que sont la morphologie et la consistance du fruit. L'établissement de la liste des cultivars présents dans chaque localité, a été suivi de leur identification sur terrain.

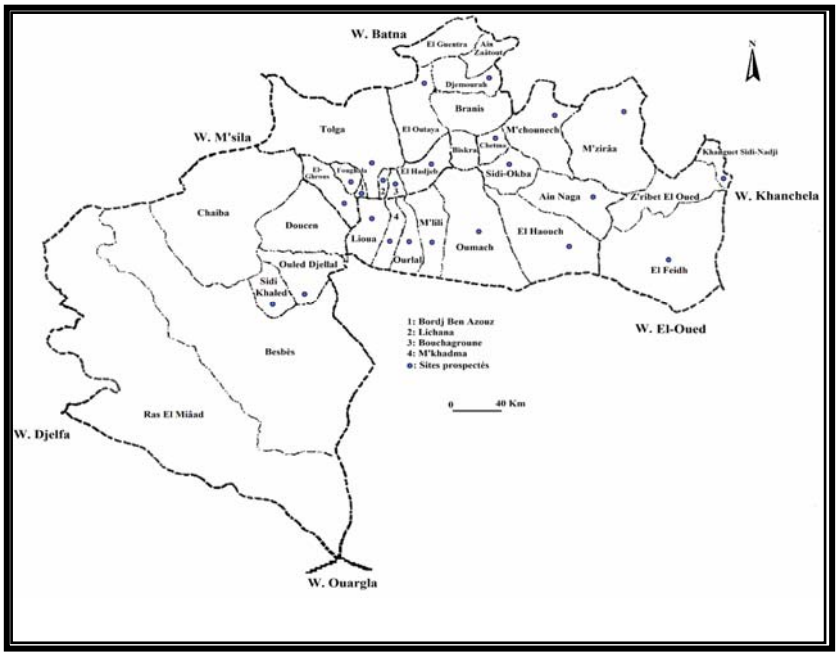


Figure 1 : Localités prospectées

III- Résultats et discussions

3-1-Importance du nombre des cultivars par rapport à d'autres régions phoenicicoles

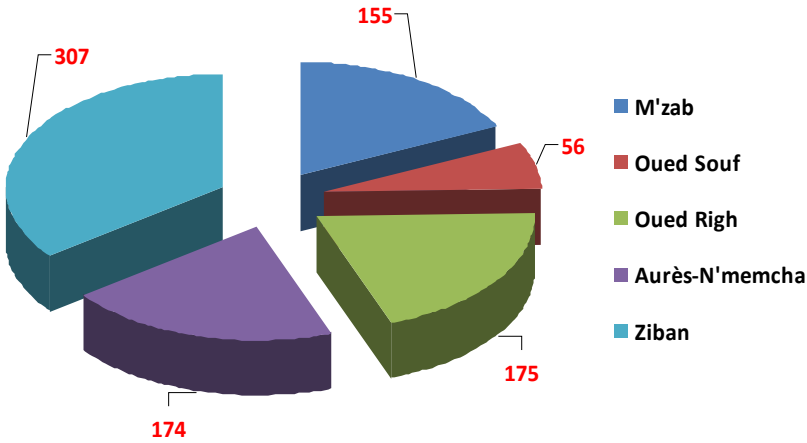


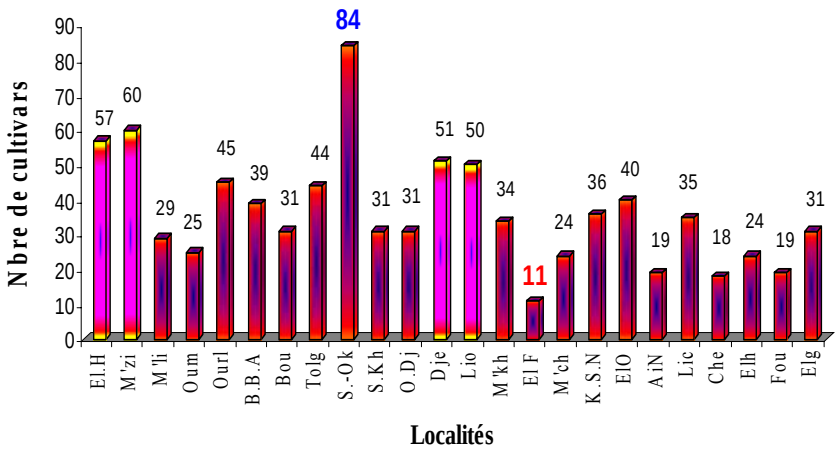
Figure 2 : Diversité variétale de quelques régions phoenicicoles d'Algérie

Il ressort de la figure (2) que la région des Ziban abritent le plus grand nombre de cultivars par rapport à Oued Souf, à Oued Righ, au M'zab et aux Aurès-N'memcha. Elle compte 5,5 et 1,74 fois le nombre de cultivars que comptent respectivement les régions de Oued Souf et de Oued Righ, deux régions connues pour leur production en dattes.

La richesse en cultivars qui caractérise la région des Ziban résulte essentiellement de la diversité de ses agro-écosystèmes qu'elle renferme. Aussi, trois principaux agro-écosystèmes caractérisent cette région à savoir :

- l'agro-écosytème des piémonts de montagne ;
- l'agro-écosystème présaharien et ;
- l'agro-écosytème des plaines situées entre ces deux derniers ensembles.

3-2- Importance du nombre des cultivars dans les différentes localités prospectées



Légende :

El.H : El Haouch,
M'zi : M'zirâa
Oum : Oumache,
Ourl : Ourlal,
B.B.A : Bordj Ben Azouz,
Bou : Bouchagroune,
Tolg : Tolga
S.-Ok : Sidi-Okba,
S.Kh : Sidi-Khaled,
O.Dj : Ouled Djellal,
Dje : Djemourah,
Lio : Lioua,
M'kh : M'khadma,
El F : El Feidh,
M'ch :M'chounech,
K.S.N : Khanget Sidi Nadji,
Che : Chetma,
Ain : Ain Naga,
Elh : Elhadjeb,
Fou : Foughala,
Elg : El Grous,
Lic : Lichana,
Elo : El outaya.

Figure 3 : Nombre de cultivars recensés par localité

D'après la figure (3), on remarque que :

-La localité de Sidi-Okba abrite le plus grand nombre de cultivars (84) suivie de celles de M'zirâa, d'El haouch, de Djemourah, d'Ourlal, de Tolga et d'El Outaya (entre 40 et 60) ;

-El Feidh enregistre par contre le nombre le plus réduit de cultivars (11), localité à vocation dominante pastorale ;

-Les autres localités, à savoir Chetma, Ain Naga, Foughala, El Hadjeb, M'chounech, Oumache, M'lili, M'khadma, Bouchagroune, Sidi-Khaled, Ouled Djellal, M'Khadma, Lichana, El Ghrous, Khanget Sidi Nadji et Bordj Ben Azouz, abritent quant à elles un nombre de cultivars variant entre 18 et 39.

Aussi, cette diversité de cultivar observée au niveau des différentes localités prospectées est plus significative en zones de piémont. Elle s'explique dans la quasi-totalité des cas par le type des exploitations. En effet, il s'agit généralement de petites exploitations conduites de manière traditionnelle où les autres types d'agricultures coexistent en même temps que le palmier dattier.

Par contre dans les plaines intermédiaires et présahariennes, la diversité observée résulte de fait que les palmeraies se sont développées dans les anciens noyaux ou oasis devant permettre en premier lieu la stabilité socioéconomique des populations locales, tel est le cas de Sidi-Okba, Lioua, El Haouch, Ourlal, Tolga, etc.

Par ailleurs, on observe de nos jours une nette régression de la diversité phoenicicoles dans les grandes palmeraies de plaines (fermes coloniales) et dans les nouvelles extensions, et ce en rapport avec les exigences des nationaux et internationaux.

3-3- Fréquence de présence des cultivars par localité

Tableau 1: Nombre de cultivars présents par localité

Nombre de cultivars	Nombre de localités
219	1
25	2
10	3
11	4
6	5
4	6
2	8
3	9
2	10
2	11
1	12
3	13
2	14
4	15
1	16
2	17
2	18
1	21
3	22
4	24

Le tableau ci-dessus nous montre que sur les 307 cultivars recensés, il ya 219 (soit 71,33 %), dont chaque cultivar n'est présent que dans une seule localité et il n'y a que 4 cultivars (soit 1, 30 %), qui sont présents dans les 24 localités prospectées.

La tendance des agriculteurs à l'oligoculture pour des motivations exclusivement commerciales se trouve confortée par les programmes relevant du Plan National du Développement Agricole (PNDA et FNRDA). En effet, seuls les cultivars *Deglet Nour*, *Ghars*, *Mech Degla* et *Degla Beidha* sont présents dans les 24 localités prospectées.
Notons par ailleurs, que certains cultivars ne font pas l'objet de multiplication ou sont faiblement multipliés pour la faible qualité de leurs dattes ou pour la non disponibilité des *Djebbars* tel que *Zogar Mogar*.

Signalons enfin, que l'érosion génétique touche tant les cultivars de bonne qualité que les cultivars de dattes communes, comme l'illustre le tableau ci-

dessous. Toutefois, cette érosion est beaucoup plus importante chez les cultivars de dattes communes.

Tableau 2 : Nombre de pieds de quelques cultivars spécifiques aux localités de Sidi-Masmoudi et de Beni-Swik

Localité	Cultivar	Appréciation	Nombre
Beni-Swik (Djemourah)	Hamraï Biskra	Très bonne	**3**
	Doukmaçi	Très bonne	**2**
	Laghlidha	Très bonne	**2**
	Oum Lafgui	Très bonne	**6**
	Eloukezi	Bonne	**1**
	Oum Elkhoukh	Commune	**3**
	Ahmer Massaâd	Commune	**3**
	Guamgoum Ghrab	Commune	**8**
	Bouhazem	Commune	**1**
Sidi-Masmoudi (M'zirâa)	Rotbet N'hel	Très Bonne	**3**
	Rotbet Mustafa	Très Bonne	**1**
	Rotbet Ezzerzouz	Bonne	**1**
	Rotbet Ben Ghfira	Bonne	**1**
	Hichert	Commune	**6**
	N'ouayat H'Louat Loulach	Commune	**2**
	Bouyekhsane	Commune	**1**
	Aach Mohand Ameziane	Commune	**1**
	Agheyay N'degla	Commune	**1**

3-4- Diversité des palmiers dattiers mâles

Il existe aussi chez les palmiers dattiers mâles une diversité variétale ; les *Dokkar* reçoivent les noms des palmiers femelles dont ils sont issus. Ainsi, on a le *Dokkar Deglet Nour*, *Mech Degla*, *Ghars*, etc. Toutefois, lors de la pollinisation des palmiers dattiers femelles, les agriculteurs choisissent, sans se soucier de leur origine (*Dokkar* de *Ghars*, de *Deglet Nour,* de *Mech Degla* ou d'autres cultivars), entre deux types de *Dokkar* : l'un appelé

Aadjemi utilisé par les agriculteurs pour sa bonne qualité et l'autre *Sarsar* de mauvaise qualité, non utilisé.

L'érosion génétique touchant les palmiers dattiers femelles n'épargne pas les pieds mâles. Un *Dokkar* du nom ***Bezaou*** donnant de bons résultats, selon les agriculteurs, sur le cultivar *Ghars* a complètement disparu au niveau de Beni-Swik, localité où il se trouvait autrefois.

3-5- Menaces sur le palmier dattier et sur sa diversité variétale

a-Au niveau des palmeraies de piémonts de montagne le palmier dattier est menacé par :

1- Le morcellement des terres : par exemple au niveau de Sidi-Masmoudi (localité de M'zirâa) les gens héritent les palmiers dattiers et non les parcelles de terre. Cet état de fait engendre l'abandon par les gens de leurs palmiers dattiers et rares sont ceux qui renouvellent les palmiers improductifs ;

2- La concurrence du palmier dattier par d'autres arbres fruitiers. Dans la localité de Djemourah les agriculteurs arrachent le palmier dattier et le remplace par l'abricotier : Spéculation plus rentable selon les agriculteurs interrogés ;

3- Le désintéressement des jeunes de la pratique de l'agriculture en général et de la culture de palmier dattier en particulier pour les travaux fastidieux qu'elle exige ;

b- Au niveau des palmeraies de plaines intermédiaires et présahariennes :

La menace sur la diversité variétale résulte, entre autres, du choix quasi exclusif des cultivars à forte valeur marchande.

3-6- Illustration des dattes de quelques cultivars rares des Ziban

Mokh El Baqueri

Halwat Sâada

Elguetar

Baydh Elghoul

Marwania

Boudelaâne

Figure 4 : Dattes d'excellente qualité de quelques cultivars rares de la région des Ziban

Sur les 219 cultivars, dont chacun n'est présent que dans une seule localité, nombreux ceux qui présentent de bonnes qualités du fruit du point de vue goût, taille et poids (figure 4), mais ne sont pas plantés dans les autres localités pour plusieurs raisons, entre autres :

1- Au sein même de la localité où ils se trouvent, certains cultivars sont présents uniquement chez un seul agriculteur faute d'échange d'information ;

2- Difficulté et/ou impossibilité à se procurer des *Djebbars* pour certains cultivars (pour vieillissement ou abandon de pieds-mères) ;

3- Prix élevé de certains cultivars ; c'est le cas de *Zogar Mogar* qui se vend, selon certains agriculteurs, à 10.000 Da le *Djebbar*.

IV- CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Les prospections effectuées en milieu agricole, dans la région des Ziban, nous montrent :
- une importante diversité de cultivars, soit 307 cultivars. Toutefois, cette diversité doit être considérée avec prudence, car, comme le signalent FERRY *et al.* (1998) les agriculteurs donnent des appellations différentes à des palmiers du même cultivar dans des localités différentes. Toujours selon eux, l'Iran qui compte 400 cultivars ne compterait réellement que 50 à 60.
A cet effet, un travail de caractérisation de chaque cultivar par l'utilisation des descripteurs plus précis, se basant sur la cytologie et la biologie moléculaire, s'impose pour évaluer exactement la diversité de notre patrimoine phoenicicole, sachant que chaque cultivar présente au moins une caractéristique morphologique ou biochimique du fruit qui le fait distinguer des autres cultivars (ACOURENE *et al.* 2001).
Par ailleurs, les prospections ont montré également que la diversité variétale change d'un terroir à un autre, d'une localité à une autre et d'une zone à une autre (piémont, plaine).

-Quatre cultivars, en l'occurrence *Deglet Nour*, *Ghars*, *Mech Degla* et *Degla Beidha* sont communs à toutes les localités prospectées, alors que d'autres sont spécifiques à chaque terroir (exp. *Bouyekhssan*, *Aach Mohand Ameziane* et *Hichert* spécifiques à Sidi Masmoudi). Et se sont surtout, ces cultivars qui sont menacés d'extinction, à cause du grand âge de certains (plus de 60 ans) et du nombre très réduit de pieds qui les composent. Un seul pied pour les cultivars d'*Eloukzi* et de *Bouhazem* au niveau de Beni-Swik, dans la localité de Djemourah.

La menace qui pèse sur la diversité génétique du patrimoine phoenicicole des Ziban est également soulevée par ACOURENE *et al.* (2007), pour d'autres régions phoenicicoles d'Algérie. En effet, selon eux 50% des cultivars d'Oued Righ et d'Oued Souf sont menacés d'extinction.
Pour sauver notre patrimoine phoenicicole du danger d'érosion génétique qui le menace ; des mesures doivent être prises ; entre autres :
-Création de collections vivantes des cultivars rares et peu fréquents dans les différentes régions phoenicicoles d'Algérie;
-Sensibilisation des agriculteurs à l'intérêt de diversifier leurs palmeraies;
-Recours à la multiplication *in vitro* pour sauver les cultivars qui ne produisent plus de rejets;
-Motiver les agriculteurs à planter dans leurs exploitations quelques pieds parmi les cultivars rares et peu fréquents, par des aides financières.

-Développement de techniques de transformation et de conditionnement des dattes communes pour leur donner plus de valeur.
-Transformation des dattes communes et rebus, pour leur utilisation comme aliment de bétail ;
-Prospection de marchés alternatifs (au marché européen) pour l'exportation des dattes hors *Deglet Nour*.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

ACOURENE S., BELGUEDJ M., TAMA M. et TALEB B., 2001 : Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Ziban. Revue Recherche Agronomique n° 8, Ed., INRAA Alger-Algérie, Pp 19-39.

ACOURENE S., ALLAM A., TALEB B., et TAMA M., 2007 : Inventaire des cultivars du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) des régions de Oued-Righ et Oued Souf. Revue sécheresse N° 2, vol 18, avril-mai-juin. Ed., John Libbey, Montrougue, France : Pp 135-142.

BELGUEDJ M., 2002 : Les ressources génétiques du palmier dattier **:** caractéristiques des cultivars de Dattiers dans les palmeraies du Sud-Est algérien, Dossier-Document, Dossier n° 1, INRA. Alger-Algérie. 289p.

BELGUEDJ M., SALHI A., et MATALLAH S., 2008 : Diagnostic rapide d'une région agricole dans le Sahara algérien, axes de recherche/développement prioritaires : Cas de la région des Ziban (Biskra). Ed., INRAA, Alger. 26p.

BELGUEDJ M., TIRICHINE A. et GUERRADI M. 2008 : La culture du palmier dattier dans les oasis de Ghardaïa. Ed. INRAA. Alger-Algérie. 96p.

FERRY M., BOUGUEDOURA N. et ELHADRANI I., 1998 : Patrimoine génétique et techniques de propagation in vitro pour le développement de la culture du palmier dattier. Revue sécheresse Spécial Oasis, N° 2, vol 9, juin. Ed., John Libbey, Montrougue-France : Pp 139-146.

HANACHI S., KHITRI D. BENKHALIFA. et BRAC DE LA PERRIERE R. A., 1998 : Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. Ed. Anep. Alger-Algérie, 225p.

HADJI M. 2007 : L'arbre providence du Sahara. Revue AGROMAG. N° 0 Avril-Mai. Ed., ABM Communications, Alger-Algérie. Pp 43-44.

MESSAR M., 1996 : Le secteur phoenicicole algérien : situation et perspectives à l'horizon 2010. Options méditerranéennes. Série A : séminaires méditerranéens numéro 28 : Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens. Ed., CIHEAM. Montpellier- France Pp 23-44.

LA PALMERAIE DE OUARGLA; ENTRE DEGRADATION IRREVERSIBLE ET REHABILITATION

IDDER Mohamed Azzedine*; BOUAMMAR Boualem*; IDDER-IGHILI Hakima*.
**Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-Arides (ECOSYS), Université Kasdi Merbah, BP 511, 30000 OUARGLA,*
E.mail : azzou.idder@yahoo.fr

RESUME

Le palmier dattier constitue le pivot de l'écosystème oasien des régions sahariennes et pré sahariennes. Il a une place très particulière chez l'homme saharien, et est à la base de son alimentation et de sa protection. Cette palmeraie à une grande importance du point de vue équilibre écologique et protection de l'écosystème saharien, et ce grâce à sa localisation, dans le sens où elle entoure le ksar de Ouargla qui est le premier lieu de résidence pour les sédentaires de la commune de Ouargla.
Les oasiens ont su créer une complicité harmonieuse avec leur écosystème palmeraie même si leurs moyens financiers et matériels étaient dérisoires. Depuis longtemps, leur souci majeur était la fragilité et la complexité de leur écosystème, donc sa préservation pour y produire, y vivre et y permettre aux générations futures de survivre.
La situation aujourd'hui est autre depuis environ deux décennies. L'origine des différentes dégradations intervenues au sein du milieu naturel est essentiellement d'ordre écologique socio-économique et agronomique. Un certain nombre d'enquêtes sur terrain ont révélé de nombreuses contraintes qui menacent de façon sérieuse l'écosystème palmeraie et éventuellement la ville de Ouargla.
Notre objectif est d'identifier les contraintes, connaître leur origine et leur impact sur les écosystèmes, et enfin donner un ensemble de recommandations qui pourraient contribuer à la préservation des écosystèmes indispensables d'abord au maintien des populations et ensuite pour augmenter les productions agricoles.
La situation de ce secteur phoenicicole appelé également : système oasien d'Ouargla est alarmante. Les contraintes existantes vont dans le sens de sa dégradation et du délaissement de cet agro système qui est considéré sans aucun doute comme un patrimoine très important. Il s'agit essentiellement des contraintes liées à : l'héritage, l'invasion des palmeraies par le béton, le vieillissement de la palmeraie et de la main d'œuvre, l'exode des jeunes vers le secteur industriel, l'érosion génétique, la gestion de l'eau, le problème d'ensablement, le manque ou l'absence de vulgarisation, la cherté des intrants et le manque de moyens financiers, une déperdition du savoir-

faire traditionnel, la mauvaise conduite du palmier dattier… Aussi, la question est de trouver comment réhabiliter ce milieu et de préserver sa biodiversité. Il nous semble que la réponse doit reposer sur trois aspects fondamentaux qui sont d'ordre agronomique, environnemental et socioéconomique.

Mots clés : Palmeraie**,** vallée de l'Oued Mya, dégradation, biodiversité, préservation, durabilité

SUMMARY

The oasiens knew how to create a harmonious complicity with their ecosystem palm grove even though their financial means and materials were derisory. For a long time, their major worry was fragility and the complexity of their ecosystem, therefore his/her/its preservation to produce there, there to live and there to permit à the future generations to survive.
The situation today is other since about two decades. The different deterioration origin intervened within the natural habitat is essentially of socioeconomic and agronomic ecological order. A certain number of investigations on land revealed numerous constraints that threaten serious way the ecosystem palm grove and possibly the city of Ouargla.
Our objective is to identify the constraints, to know their origin and their impact on the ecosystems, and finally to give a set of recommendations that could first contribute à the indispensable ecosystem preservation à the maintenance of the populations and then to increase the agricultural productions.

Keywords: Palm grove - Ecosystem - Constraints - Preservation - Production.

INTRODUCTION

Avec environ, ses 800.000 palmiers dattiers couvrant une superficie de 6888 ha, l'oasis de Ouargla ou la vallée de l'oued Mya comme son nom l'indique est située dans une cuvette [1].

Le palmier dattier représente la clé de voûte des oasis sur le plan agricole de par sa production et le pilier (palmeraie) de l'écosystème sur le plan écologique.

L'essor démographique et la croissance des besoins alimentaires de la population dans notre pays demandent une prise en charge réelle des régions sahariennes qui représentent environ les quatre cinquième de la superficie du pays. Ceci n'est possible qu'avec une prise de conscience des potentialités locales, une utilisation rationnelle des ressources naturelles, une harmonie avec la spécificité agricole régionale et des moyens financiers à mobiliser.

Nous assistons aujourd'hui à de multiples contraintes qui entravent le développement de la Phoeniciculture dans la région de Ouargla. Elles sont principalement d'ordre écologique, agronomique et socio-économique.

Ce présent travail a pour objectif, l'identification et l'analyse de ces contraintes dans le but de proposer des orientations pour un développement agricole durable dans la vallée de l'Oued Mya.

1. L'ECOSYSTEME PALMERAIE

La palmeraie ou verger phoenicicole est un écosystème très particulier à trois strates. La strate arborescente et la plus importante est représentée par le palmier dattier: *Phoenix dactilifera*; la strate arborée composée d'arbres comme les figuier, grenadier, citronnier, oranger, vigne, mûrier, abricotier, acacias, tamarix et d'arbustes comme le rosier. Enfin la strate herbacée constituée par les cultures maraîchères, fourragères, céréalières, condimentaires…etc [2]. Ces différentes strates constituent un milieu biologique que nous pourrions appeler milieu agricole. En outre, nous pouvons également distinguer deux autres milieux biologiques différents : les drains et les lacs correspondants aux zones d'épandage des eaux de drainage ; c'est le milieu aquatique, et en dernier lieu le milieu souterrain qui comprend une faune et une flore particulière et présentant une préférence vis à vis des facteurs édaphiques.

La palmeraie est une succession de jardins aussi différents les uns des autres du point de vue architecture, composition faunistique, floristique, âge, conduite, entretien, conditions microclimatiques…etc. et qui forment un ensemble assez vaste qui nous rappelle l'aspect d'une forêt.

Du point de vue milieu proprement dit, on peut distinguer deux modèles de jardins ; le jardin ancien et le jardin nouveau. Dans le biotope ancien, on assiste à une diversité phytogénétique assez importante. En effet, on peut y

rencontrer parfois dans ce genre de jardin plus d'une trentaine de cultivars différents les uns des autres. Contrairement au nouveau jardin qui a une tendance vers la monoculture, c'est à dire essentiellement celles des variétés Deglet-Nour et Ghars qui présentent une meilleure valeur marchande. Ce qu'il faudrait retenir, c'est qu'il n'existe aucune relation entre un jardin ancien à plantation non alignée, et un jardin nouveau à plantation aligné du fait que l'on peut y rencontrer les deux types d'architecture dans les nouveaux et les anciens jardins.

2. LA PLACE DE LA PALMERAIE DANS LE MILIEU SAHARIEN

Le jardin phoenicicole représentait un tout pour l'oasien car tout y est dans ce milieu. Dans un premier temps, il faudrait rappeler que la vie au Sahara serait impossible sans l'existence de couvert végétal composé essentiellement par *Phoenix dactylifera*.

Dans un second temps, la préservation de cet écosystème fragile et complexe à la fois par un savoir et un savoir faire est primordiale. En effet, le couvert végétal permet à la fois de faire face à l'hostilité du désert par la création d'un méso climat conforme, et d'y satisfaire les besoins alimentaires énergétiques nécessaires pour une adaptation à la vie oasienne [3].

Enfin, dans un dernier temps, le couvert végétal permet non seulement d'apporter les produits énergétiques de base, mais également des sous produits indispensables à la vie quotidienne de l'oasien, à savoir : bois, poutres, corderie, vinaigre, farines, miel, jus, aliments de bétail… etc.

3. LA SITUATION ACTUELLE DES ECOSYSTEMES PALMERAIES

La situation a beaucoup changé depuis environ deux décennies [4]. L'origine des différentes dégradations intervenues au sein du milieu naturel est essentiellement d'ordre écologique, agronomique et socio-économique. Les principales contraintes qui menacent de façon sérieuse l'écosystème palmeraie sont:

3.1. La fragilité du milieu

La fragilité de l'écosystème palmeraie est une conséquence naturelle compte tenu de la petitesse du couvert végétal devant l'immensité et l'agressivité du milieu saharien [5]. En outre cette fragilité est accentuée par les dégradations, le délaissement et les différentes pollutions causées par l'homme.

Quant à la complexité du milieu, elle résulte du fait qu'aucun jardin ne ressemble à un autre, d'où la difficulté dans la conduite et des itinéraires techniques en plus de la parcellisation [6].

3.2. L'assainissement et les rejets des eaux usées

C'est le problème majeur que connaît la vallée du fait que la ville de Ouargla et sa palmeraie se trouvent localisées dans une cuvette. La principale conséquence est la remontée des eaux de la nappe phréatique par les eaux excédentaires dont les origines sont diverses (eaux usées des ménages et des industries, d'irrigation et de drainage des parties hautes de la cuvette) [7].
C'est le cas d'une bonne partie de la palmeraie de Chott – Adjadja (Ain Beida) [8] et récemment de la localité de Sidi-Amrane et sa palmeraie qui a connu une remontée des eaux polluées qui a atteint les foyers, si bien qu'il a fallu évacuer certaines familles.

3.3. L'invasion des palmeraies par le béton

L'avancée des constructions au détriment des palmeraies a atteint une ampleur dangereuse, conséquence d'une pression démographique importante et d'un laisser-aller. Plus de 20% de l'ancienne palmeraie est actuellement envahie par le béton. Ce taux croît d'une année à l'autre. Nous avons pu à partir d'un travail de cartographie observer la dégradation du couvert végétal à travers les années [9].

3.4. Le morcellement et la parcellisation

Constituée de plusieurs parcelles, ce qui rend complexe son exploitation. Cette contrainte touche la presque totalité des palmeraies du Ksar et les anciennes palmeraies. Le morcellement excessif, résultat du partage d'un héritage qui n'a pratiquement pas connu d'extension notable.

La faible taille des exploitations, le statut de propriété en indivision, conjugués aux effets du développement des autres secteurs d'activité caractérisés par un exode agricole, a engendré une situation de délaissement et un manque d'entretien des palmeraies [8].

3.5. Le vieillissement de la main d'œuvre et des palmeraies

Le vieillissement de la main d'œuvre a pour résultat la non réalisation de certaines pratiques culturales, particulièrement la pollinisation, l'élagage des palmes et la récolte qui exigent des efforts physiques importants (grimpeurs), accompagné d'une absence de relève dans la mesure où il n'a y a pas de transmission de savoir-faire. Il ressort de nos enquêtes [10] que :
- Une grande majorité des palmeraies anciennes sont entretenues par une main d'œuvre âgée (plus de 50 ans).

- La plupart des opérations d'entretien et de conduites ne sont pas réalisées, compte tenu des efforts importants à engager.
- La grande hauteur des arbres âgés ne facilite point les opérations d'entretien et de conduite de la palmeraie.
- Le vieillissement des palmeraies ou manque de rajeunissement se traduit en conséquent par la chute des rendements.

3.6. L'exode des jeunes vers le secteur industriel

L'exode des jeunes du secteur agricole vers le secteur industriel plus rémunérateur est une conséquence néfaste pour l'essor de la phoeniciculture dans la région de Ouargla [11].

3.7. Le manque ou l'absence de vulgarisation

La vulgarisation est quasi-absente compte tenu d'une incohérence et d'un manque de climat de confiance entre les agriculteurs et les agents de vulgarisation [11].

3.8. L'érosion génétique

Face à une généralisation de variétés dites marchandes (monoculture), certains cultivars ont totalement disparus et d'autres sont menacés de disparition. De nos jours, on estime à dix, le nombre de cultivars complètement disparus et à une trentaine, voire plus le nombre de variétés en voie d'extinction [12].

3.9. Le problème d'ensablement

L'agressivité des conditions climatiques du milieu extérieur à la palmeraie, ainsi que le mauvais état, voire l'absence de brise vents, sont les principales causes de l'ensablement des palmeraies. A titre d'exemple, nous citerons la palmeraie de l'ex-ITAS*, où on peut remarquer l'enfouissement presque des palmiers se trouvant au sud.

3.10. La cherté des intrants et le manque de moyens financiers

La baisse des revenus, conséquence de la cherté des intrants, particulièrement les prix de l'électricité, des engrais, des pesticides…etc. rend complexe le maintien et l'exploitation des palmeraies.

3.11. Le problème du drainage et la remontée de la nappe phréatique

Les faibles revenus des agriculteurs ne permettent pas une prise en charge de l'entretien des drains. Le manque d'entretien des drains et leur mauvais fonctionnement sont l'une des principales causes de la remontée des sels.

3.12. Une déperdition du savoir-faire local

Peu d'efforts sont entrepris pour capitaliser les pratiques agricoles traditionnelles et les techniques de transformation et de valorisation des produits et sous-produits du palmier dattier [13].

La méconnaissance et / ou la mauvaise pratique des techniques culturales par un grand nombre d'agriculteurs contribue d'une manière significative à la dégradation et au délaissement des palmeraies [14].

3.13. Les problèmes de la protection phytosanitaires

En plus de la fusariose vasculaire du palmier dattier qui reste une menace pour la palmeraie de Ouargla, d'autres déprédateurs aussi redoutables causent des dégâts en diminuant les rendements et en dépréciant la qualité de la production de dattes. Ce sont essentiellement: la cochenille blanche, Parlatoria blanchardi ; le ver de datte, Ectomyelois ceratoniae ; le Boufaroua, Oligonychus afrasiaticus et l'Apate monachus [15, 16, 17, 18].

3.14. L'insuffisance d'eau

Le problème d'insuffisance d'eau dans les exploitations, résultat de disponibilités insuffisantes et d'une utilisation irrationnelle. A Ouargla on assiste à un grand paradoxe qui est celui de l'excès d'eau (remontée de la nappe d'un côté et insuffisance d'eau à la parcelle de l'autre côté).

3.15. L'approvisionnement en produits (moyens de production)

Le manque, voire, l'absence de certains produits de lutte, d'entretien ou de certains moyens de première nécessité au niveau du marché pour l'exécution de certaines opérations culturales constitue un véritable handicap pour l'agriculteur.

3.16. Les absences fréquentes des agriculteurs dans leur exploitation

Les absences très fréquentes des agriculteurs dans leur exploitation sont synonymes de délaissement qui a pour conséquence l'accentuation de la dégradation de l'écosystème.

En résumé, on peut y retenir trois types de contraintes qui sont d'ordre écologique, agronomique et socio économique qu'on représente dans le tableau suivant :

Synthèse des résultats.

Contraintes	Conséquences	Remèdes
Socio-économiques • Morcellement et parcellisation • Fragilité du milieu - Ensablement • Savoir-faire local	Dégradation Des écosystèmes	• Se pencher d'une façon courageuse et efficace sur le problème du foncier • Lutter contre les incendies par la mise en place de bouches d'incendie et d'un aménagement des pistes • Lutte contre l'ensablement • Interdire les constructions au détriment des palmeraies
Agronomiques • Vieillissement de la main d'œuvre • Chèrté des intrants • Pratiques culturales • Protection phytosanitaire • Drainage et remontée des eaux -Erosion génétique -Vieillissement de la palmeraie -Manque d'eau	Dégradation des écosystèmes	• Faire valoir le savoir faire ancestral, source de protection et de productions • Mettre sur le marché les produits agricoles de première nécessité à des prix accessibles • Préservation du patrimoine phoenicicole • Multiplication par vitroculture des cultivars en voie d'extinction • Gérer la gestion et la distribution des eaux d'irrigation • Mise en place d'un réseau de drainage global et efficace • Réhabilitation de l'ancienne palmeraie par l'opération de rajeunissement • Prise en charge raisonnée et rationnelle de la protection phytosanitaire du palmier dattier • Revoir le système de vulgarisation, avec la mise en place de méthodes simples et acceptables de la part des agriculteurs • Moderniser, mécaniser et améliorer les pratiques culturales ; réhabilitation du secteur agricole

CONCLUSION

Le diagnostic de la palmeraie de Ouargla a fait ressortir un ensemble disparate de contraintes qui sont en interdépendance. Ces contraintes sont à l'origine du grave déséquilibre écologique qui est en train de se produire et

qui risque fort de devenir irréversible si des actions urgentes ne sont pas entreprises.

Si pour certains, la solution (qui parait la plus facile) passe par la mise en place de nouvelles palmeraies (ou de nouvelles oasis), il n'en demeure pas moins que c'est un important patrimoine phoenicicole qui est menacé de disparition et une ville qui risque de « s'étouffer » si l'on ne réhabilite pas cet écosystème.

- L'aspect agronomique doit comprendre la lutte contre la progression de la désertification et prendre le dessus sur l'ensablement par la mise en place de nouvelles plantations de cultivars de palmiers dattiers, notamment ceux qui sont en voie de disparition. La formation de jeunes phoeniciculteurs est capitale s'il s'agit de revivifier ce milieu biologique et mettre en place des itinéraires techniques appropriés pour une meilleure conduite culturale du palmier dattier et des cultures sous jacentes.
- L'aspect environnemental : L'éducation environnementale est sans doute le meilleur outil pour informer les populations sur les risques qu'elles encourent et de prendre conscience pour agir en prenant en charge les actions qui s'imposent quant à la préservation de leur milieu, le rôle des associations dans ce cas est primordial.
- L'aspect socioéconomique : Les communautés locales doivent bénéficier d'un meilleur contrôle de leur sécurité alimentaire en mettant en place des stratégies performantes. Le savoir faire en déperdition doit retrouver sa place afin de mieux gérer nos oasis,

C'est ainsi que l'on pourrait sauver et préserver notre biodiversité tout en œuvrant dans le sens de la durabilité des oasis.

La réhabilitation de cette palmeraie, au vu de l'imbrication des différentes contraintes, passe par des actions conjuguées et intégrées sur tous les plans. Et en définitive, aucun programme ne saurait réussir sans la participation de tous les acteurs (agriculteurs, oasiens, décideurs, développeurs, et structure d'appui et d'encadrement…).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANONYME. , 2003- Annuaire statistique de la wilaya de Ouargla D.P.A.T. 170 p.

BENZAHI M.L., 1997- Le Boufaroua (Oligonychus afrasiaticus MC Gregor) : importance, inventaire de ses ennemis naturels et tentative de multiplication de Stethorus punctillum Weise en vue d'une éventuelle lutte biologique contre ce déprédateur dans la région de Ouargla. Mémoire ingénieur d'état en agro. saharienne, INFSAS Ouargla, 109 p.

BOUAMMAR B., IDDER M.A. 2006- Savoir faire local dans l'agriculture oasienne : déperdition ou reconduction. Revue du chercheur,

faculté de droit et des sciences économiques, université de Ouargla ; 4 : 21-23.

DUBOST D., 1992- Aridité, agriculture et développement : le cas des oasis algérienne. Revue sécheresse, 2 (3) : 85-96.

FOUFOU A., 2000- Etude socio-économique de la vulgarisation agricole dans la cuvette de Ouargla. Mémoire ingénieur d'état en agronomie saharienne, université de Ouargla, 104 p.

HANNACHI K., KHITRI D., BENKHALIFA A., et BRAC DE LA PERRIERE A. L., 1998- Inventaire variétale de la palmeraie algérienne. Edit. ANEP, Rouiba, Algerie, 225 p.

IDDER-IGHILI H., IDDER M.T., BAOUIA A. et HEBBAZ D., 2006- Caractérisation physico-chimique et biologique des eaux du chott de Ain Beida de la cuvette de Ouargla. Annales de la fac des sciences et sciences de l'ingénieur, université de Ouargla, 1 (1) : 24-27.

IDDER-IGHILI H, 2008- Interactions entre la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera-Pyralidae) et quelques cultivars de dattes dans les palmeraies de Ouargla (Sud-Est algérien). Thèse de magister en agronomie saharienne, université de Ouargla, 103 p.

IDDER M.A., 1984- Inventaire des parasites d'Ectomyelois ceratoniae Zeller dans les palmeraies de Ouargla et lâchers de Trichogramma embryophagum Hartig contre cette pyrale. Mémoire ingénieur d'état en agronomie, INA, El Harrach, Alger, 70 p.

IDDER M.A., 1992- Aperçu bio-écologique sur Parlatoria blanchardi Targ (Homoptera, diapididae) en palmeraie à Ouargla, et utilisation de son ennemi Pharoscymnus semiglobosus Karch (Coleoptera, Coccinellidae) dans le cadre d'un essai de lutte biologique. Thèse de magister, INA, El Harrach, Alger, 102 p.

IDDER M.A., 1996- Relations faune microclimat (cas de Ouargla et Djamâa). Cours de perfectionnement sur l'agro météorologie. INFS/AS. 1997. 21 p.

IDDER M.A., BOUAMMAR B., 2002- S.O.S palmeraies. Séminaire national sur l'agronomie et l'hydraulique en zones arides et semi-arides, les 8, 9 et 10 novembre 2002 Ouargla.

IDDER M. T., 2004- Contribution à l'étude des principaux facteurs de dégradation de l'oasis du ksar de Ouargla. Mémoire ingénieur d'état en agronomie saharienne, université de Ouargla, 79 p.

IDDER T., 1998- La dégradation de l'environnement urbain lié aux excédents hydrique du Sahara algérien. Impact des rejets d'origine agricole, urbaine et technique. L'exemple de Ouargla. Thèse de doctorat, université d'Angers, France : 20-78

MAACHE L. et BOUSSAID L., 2001- Données sur la bio-écologie et la dynamique des populations de Parlatoria Blanchardi Targ (Homoptera-

Diaspididae) dans la cuvette de Ouargla. Mémoire ingénieur d'état en agronomie saharienne, université de Ouargla, 95 p.
SAGGOU H, 2001- Relation entre les taux d'infestation par la pyrale des dattes Ectomyelois ceratoniae Zeller (Lepidoptera- Pyralidae) et différentes variétés de dattes dans la région de Ouargla. Mémoire ingénieur d'état en agronomie saharienne, université de Ouargla, 70 p.
SIDROUHOU D., 2006- Contribution à l'étude technico-économique de la plasticulture dans la région de Ouargla. Thèse ingénieur d'état en agronomie saharienne, université de Ouargla, 106 p.
TOUTAIN G., 1979- Elément d'agronomie saharienne, de la recherche au développement. Edition I.N.R.A, Paris, 10 p.

EXAMEN DES POSSIBILITES DE VALORISATION DES SOUS PRODUITS DU LAGUNAGE AU NIGER ET PERSPECTIVES DE RECHERCHES DANS LE SUD ALGERIEN (CAS DE LA CUVETTE DE OUARGLA)

TAHAR IDDER [(1)], SANI LAOUALI [(2)], YANSAMBOU BOUBAKAR [(3)], ROMAIN KAWA [(3)], ABBA MAHMOUDOU[(3)] MARTIN SEIDL [(4)]

[(1)] Laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi arides, Université de Kasdi Merbeh, Ouargla. Email : tahar_id@yahoo.fr
[(2)] Faculté des Sciences, Université de Niamey, Niger
[(3)] Faculté d'Agronomie, Université de Niamey, Niger
[(3)] CEREVE (Centre d'Enseignement et de Recherche Eau Ville Environnement), 6-8 Ave. Blaise Pascal Champs sur Marne, 77455 Marne la Vallée, France

RESUME

L'objectif principal de l'étude présentée est d'examiner, à petite échelle, les possibilités d'utilisation d'une eau usée traitée et d'un compost pour la production de deux espèces végétales sous conditions sahéliennes : leptadenia Hastata et Moringa Oleifera. L'effluent utilisé pour l'expérience est issu de la station pilote de traitement par lagunage de l'Université de Niamey et le compost a été principalement élaboré à partir d'un mélange de jacinthes d'eau, récoltées dans les bassins de lagunage.

Cette étude permet de comparer la croissance et les rendements des deux espèces citées, lorsqu'elles sont arrosées avec les effluents urbains traités ou avec l'eau potable de la ville, habituellement utilisée pour l'arrosage dans la ville de Niamey.

L'étude a montré que les plants arrosés avec les eaux épurées en présence du compost produisent une biomasse beaucoup plus importante que les plants ayant reçu les eaux de ville.

L'utilisation des sous produits de l'épuration permet, dans le contexte local, de produire près de 4,5 tonnes de matière fraîche de Moringa à l'hectare par mois. Cette production pourrait générer un revenu potentiel moyen de 400.000 F CFA qui pourrait couvrir une partie des frais d'exploitation des installations de lagunage et augmenter les recettes des exploitants agricoles dans les agglomérations urbaines des pays en développement.

Des études similaires sont envisagées dans la cuvette de Ouargla dont la station principale de lagunage a été mise en service en juillet 2007. Ces études auront pour objectifs d'optimiser le mode de gestion des eaux usées traitées, issues de cette station, et d'améliorer de manière générale les connaissances scientifiques et techniques en matière de gestion des eaux

usées en zone désertique. Une attention particulière sera en outre accordée à la réflexion sur la mise en place de dispositifs adéquats de protection sanitaire.

(1 Euro = 656 FCFA environ)

Mots clés : Eaux usées, valorisation, arrosage, Niger, Ouargla.

1. INTRODUCTION

La faiblesse de la disponibilité des ressources en eau dans les pays sahéliens, due en partie à une baisse générale de la pluviométrie, explique aujourd'hui la raison pour laquelle les populations périurbaines font de plus en plus recours à l'utilisation des eaux usées, le plus souvent sans traitement, pour leurs activités maraîchères.

Des études ont montré le pouvoir fertilisant des eaux usées. Leur utilisation peut permettre d'accroître considérablement les rendements de production. Les gains en croissance sont parfois impressionnants et la production des parcelles irriguées avec les eaux usées peut même dépasser de deux à trois fois celle des parcelles irriguées avec des eaux de rivières (Laouali *et al*, 1995).
Le rejet des eaux usées dans la nature ou leur utilisation, sans traitement, pour l'arrosage a des incidences négatives sur l'environnement et sur la santé publique.
Il existe cependant des procédés d'épuration de ces eaux usées, simples dans leur mise en œuvre et dans leur fonctionnement, capables de fournir des eaux épurées qu'on peut utiliser sans risques majeurs pour l'arrosage des cultures. Il s'agit notamment de la technique du lagunage.

Ce procédé naturel de traitement a prouvé, par rapport à toutes les techniques de traitement classiques, son efficacité vis-à-vis de l'abattement des germes indicateurs
de contamination fécale et l'élimination des agents parasitaires (AGHTM, 1986, Shuval HI *et al*., 1986).

2. APERÇU Sur L'ETAT ACTUEL DE LA REUTILISATION DES EAUX USEES DANS LA VILLE DE NIAMEY

Dans les pays en développement, où la pauvreté et l'insécurité alimentaire sont quasi permanents, les populations n'hésitent pas à recourir aux eaux usées brutes pour pratiquer des cultures irriguées dont les produits sont, pour certains, consommés crus.

Au Niger, et plus particulièrement dans la ville de Niamey, l'utilisation des eaux usées brutes prélevées au niveau des collecteurs du réseau d'assainissement pour l'arrosage des jardins est une pratique très courante et ce, malgré les mesures répressives prises par les autorités sanitaires à l'encontre de cette pratique (Yansambou, 2002). De ce fait, cette ville sahélienne se trouve depuis quelques années confrontée à une situation sanitaire très préoccupante (Idder, Laouali, 2000).

Le tableau I donne un aperçu sur la qualité des eaux usées utilisées par les agriculteurs dans la ville de Niamey.

Tableau I : Qualité moyenne des eaux usées utilisées pour le maraîchage dans la ville de Niamey.

Paramètres	Concentrations
DCO (mg/l)	1000 à 1800
DBO (mg/l)	700 à 1300
MES (mg/l)	400 à 800
NTK (mg/l)	60 à 100
Ammoniums (mg/l)	30 à 60
Orthophosphates (mg/l)	6 à 12
pH	6,5 à 7,5
Coliformes (nombre/100ml)	10^7 à 10^8
Streptocoques (nombre/100 ml)	10^6 à 10^7
Helminthes (nombre dans 1 l)	500 à 700

Dans cette ville, nous avons dénombré plus de 33 sites de maraîchage s'étalant sur une superficie totale de plus de 1420 hectares. Deux de ces sites utilisent exclusivement des eaux usées brutes tout au long de l'année. Dans les autres sites, les maraîchers font recours à ces eaux à certaines périodes pour faire face au déficit hydrique.

3. MATERIEL ET METHODES

Les expériences ont été menées sur le site de la station pilote de lagunage de l'Université de Niamey durant l'année 2002. Il s'agit d'une station expérimentale qui permet de tester et de comparer simultanément les rendements de plusieurs procédés de lagunage sous climat sahélien (photo 1). Il s'agit en l'occurrence du lagunage à microphytes, du lagunage à macrophytes enracinés et flottants et du lagunage anaérobie. La durée de l'expérimentation a été de trois mois et son but consistait à tester l'influence de l'utilisation des eaux usées et d'un compost, issus tous les deux de cette station, sur la croissance de deux espèces végétales, depuis la germination jusqu'au stade de la récolte. Les deux espèces testées sont *Moringa Oleifera* et *leptadenia Hastata*.

Ces deux espèces ont été choisies compte tenu des nombreux intérêts qu'elles suscitent localement. La première est de la famille des moringacées, originaire de l'Inde. Elle constitue, notamment, une source de fourrage et d'engrais verts et peut jouer un rôle de brise-vent, lorsqu'elle est plantée en bordure des champs. Certaines études ont montré par ailleurs que les graines de cette espèce végétale possèdent un pouvoir floculant très intéressant (Müller *et al*, 1997). La seconde est une liane originaire d'Afrique tropicale. Les recherches menées localement ont prouvé son efficacité dans la lutte contre l'érosion et la dégradation des sols au Sahel (Kawa *et al.*, 2000).

Les paramètres mesurés pendant l'expérience, de façon cumulative, sont le diamètre et la hauteur. Ces mesures ont été effectuées avec une fréquence hebdomadaire. A la fin de l'expérience, la biomasse feuillue finale de Moringa a été récoltée et pesée dans le but de déterminer la production générée par l'utilisation des eaux usées et du compost. Cela nous a permis d'estimer ensuite les recettes financières potentielles qui pourraient être obtenues par la commercialisation de cette biomasse.

Photo 1 : Vue générale de la station pilote de lagunage de Niamey. La parcelle expérimentale est située à l'aval de cette station.

3.1 Dispositif expérimental

Afin de pouvoir estimer l'influence des sous produits du lagunage sur la croissance des deux espèces, deux blocs expérimentaux ont été utilisés (figure 1 et photo 2) : un premier bloc, jouant le rôle de témoin, qui regroupe les plants des deux espèces arrosés avec les eaux de la ville, et un second bloc regroupant les plants arrosés avec les eaux usées épurées, provenant du bassin de décantation P. Dans ce bloc, le sol a été au préalable fertilisé au compost. Le nombre de plants utilisé a été de 60 par espèce et par bloc.

La technique adoptée est l'irrigation à la raie. Pour minimiser les pertes d'eau par infiltration (sol sablonneux), il a été procédé à l'imperméabilisation d'une partie du réseau par la pose d'un film en matière plastique. Les blocs sont alimentés en eau de façon gravitaire dans des conditions identiques grâce à deux canaux de répartition (un pour l'eau potable et un pour l'eau usée), munis d'une série de vannes de régulation (une vanne par raie).

3.2 Caractéristiques des eaux utilisées et du compost

Deux types d'eau de qualités différentes ont été utilisées (Tableau II). La première est issue du réseau de distribution d'eau potable. Elle est localement utilisée pour l'arrosage des espaces verts, des jardins municipaux et autres exploitations agricoles, lorsque celles-ci se trouvent à des distances éloignées du fleuve. La seconde est une eau usée traitée qui provient de la station pilote de lagunage. Les principales caractéristiques de ces eaux, déterminées selon les prescriptions des normes françaises AFNOR, sont indiquées dans le tableau II. Ces eaux sont conformes aux normes sanitaires recommandées par OMS pour l'arrosage de plantations d'arbres (OMS, 1989 ; Mara D, Cairncross S, 1991). Le compost utilisé pour l'amendement du sol est élaboré à partir d'un mélange de jacinthes d'eau récoltées dans les bassins de lagunage. Son rapport C/N est de l'ordre de 19, atteint après cinq mois de fermentation aérobie.

Tableau II : Qualité moyenne des eaux utilisées pour l'expérience (échantillons prélevés dans le bassin P pour les eaux usées traitées)

Paramètres (valeurs moyennes)	Eau issue du lagunage	Eau du réseau de distribution
DCO (mg/l)	90 à 150	< 0,5
DBO (mg/l)	10 à 40	0
MES (mg/l)	30 à 90	<0,5
NTK (mg/l)	5 à 15	<1
Ammoniums (mg/l)	2 à 8	0
Orthophosphates (mg/l)	0,5 à 2	<0,5
PH	7,5 à 9	6,8 à 7,5
Conductivité électrique (µS/cm)	417	350
Coliformes fécaux $\times 10^3$ (dans 100 ml)	1,7	0
Streptocoques fécaux $\times 10^2$ (nombre/100 ml)	0,9	0
Helminthes (nombre dans 1 l)	0	0

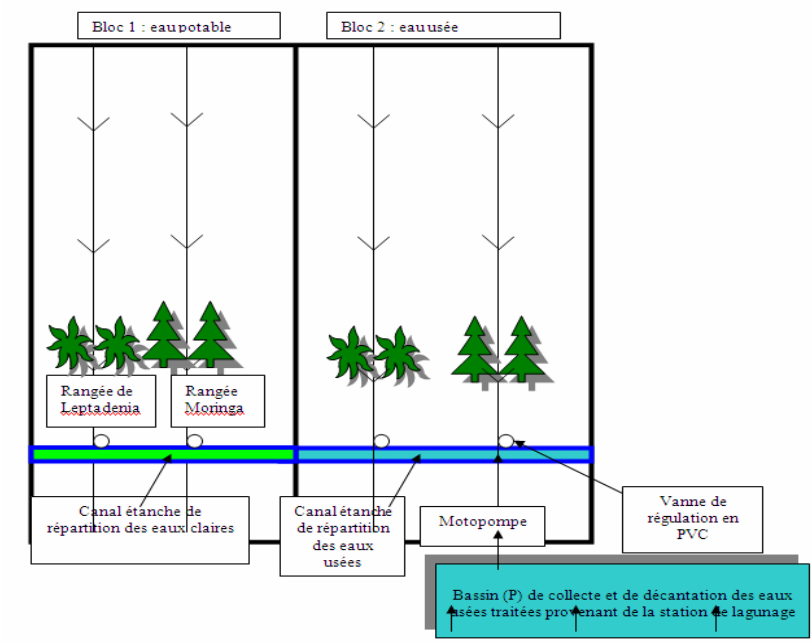


Figure 1 : schéma de principe du dispositif expérimental

Photo 2 : Une partie du site expérimental : rangée de *Leptadenia*, à gauche, et de *Moringa* à droite.

RESULTATS

L'analyse des différentes courbes de croissance, présentées ci-dessous, montre de manière assez évidente que l'utilisation des sous produits du lagunage présente un intérêt certain. Le recours à ces sous produits a en effet permis d'obtenir une meilleure croissance, qui diffère selon l'espèce, et un gain important en biomasse totale (diamètre et hauteur). D'autre part, il faut noter qu'aucune anomalie imputable à l'utilisation des eaux usées n'a été observée sur les végétaux. Les effets de colmatage, dus aux dépôts des matières en suspension, généralement redoutés dans ce type d'opération, ont été limités grâce à l'effet bénéfique de la décantation des effluents, réalisée, en amont, dans le bassin P.
Les figures 2 et 3, montent, pour les deux espèces, qu'à la fin de l'expérience, les plants arrosés avec les eaux usées ont pu atteindre des diamètres pratiquement deux fois plus importants que ceux qui ont été arrosés avec les eaux potables. Dans le cas de *Moringa,* l'influence des eaux usées apparaît de manière nette à partir de la huitième semaine, alors qu'elle commence dès la troisième semaine pour *Leptadenia.* Cela est probablement dû à une plus rapide assimilation des nutriments présents dans les eaux usées par cette espèce.

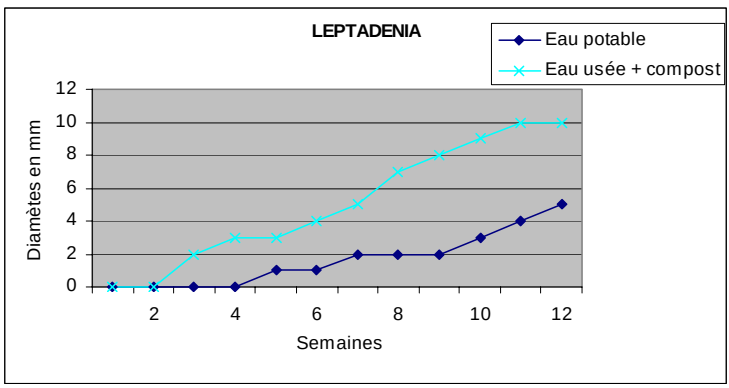


Figure 2 : Courbes de croissance en diamètres pour *Leptadenia*

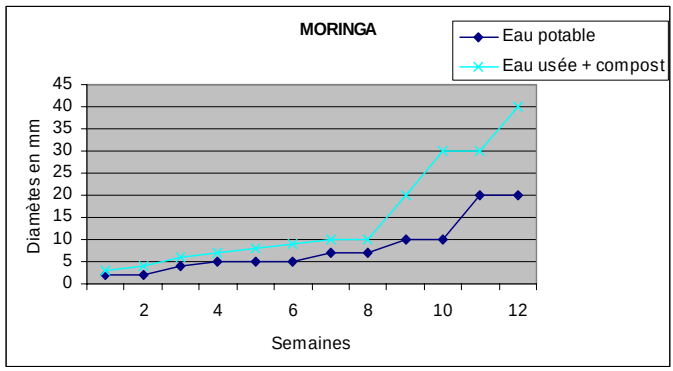


Figure 3 : Courbes de croissance en diamètres pour *Moringa*

Les courbes des figures 4 et 5 montent que l'effet des sous produits du lagunage sur la croissance en hauteur est plus important pour *Leptadenia*. A la fin de l'expérience, les plans de *Leptadenia*, arrosés avec les eaux usées, atteignent des hauteurs environ trois fois plus importantes que celles des plants témoins, cela représente un gain en pourcentage de près de 200 % (figure 6). Pour *Moringa*, l'augmentation en hauteur a été de l'ordre de 20 % à la fin de l'expérience. Au terme des 12 semaines de l'expérience, la production végétale de cette espèce, représentée par la masse feuillue, a été évaluée au moment de la récolte à 4,5 tonnes de matière fraîche à l'hectare par mois. Sur la base de 55 FCFA le Kg, en saison des pluies, et de 115 FCFA, en saison sèche, l'exploitation d'un tel système pourrait générer un revenu moyen à l'hectare qui avoisine les 400.000 FCFA/mois. Ce revenu représente pratiquement la moitié des recettes obtenues par l'exploitation d'un hectare de culture maraîchères à Niamey (Abdou, 2002).

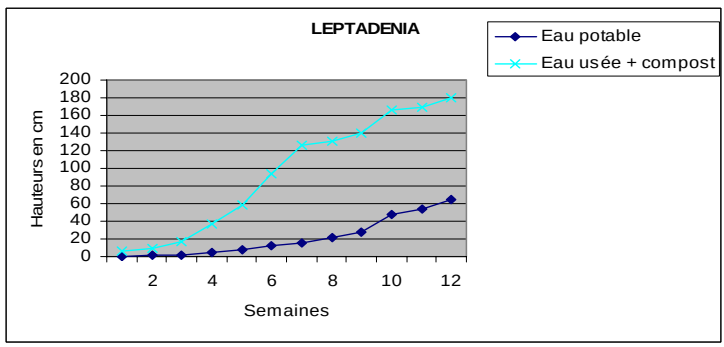


Figure 4 : Courbes de croissance en hauteur pour *Leptadenia*

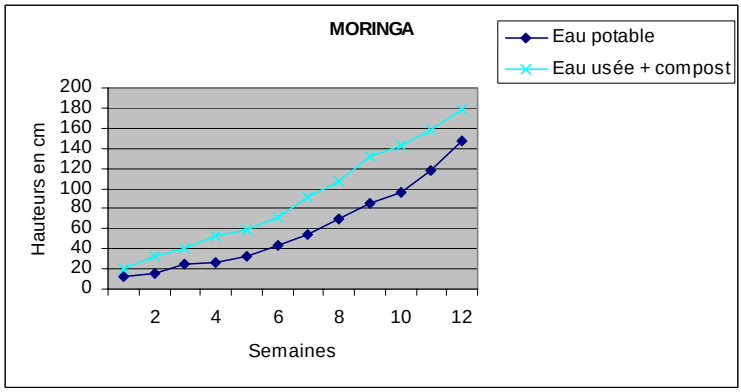


Figure 5 : Courbes de croissance en hauteur pour *Moringa*

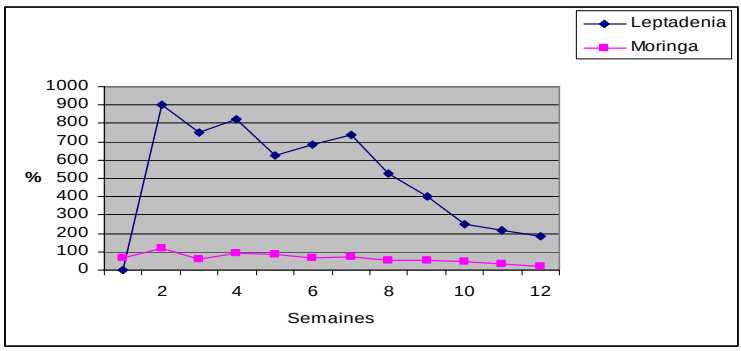


Figure 6 : Gain en hauteur dû à l'utilisation des eaux usées et du compost, exprimé en % de la fraction : (Eau usée - Eau potable) × 100 /Eau potable

Malgré les résultats encourageants obtenus, notons que cette étude préliminaire a été simplement réalisée dans le but de mettre en évidence les avantages que l'on pourra tirer de la réutilisation des sous-produits du lagunage sous climat sahélien. Cette démarche a été effectuée à travers une approche globale et intégrée qui associe lutte contre la pollution du milieu naturel, et ses conséquences sur la santé publique, et amélioration des conditions économiques des exploitants agricoles dans les pays du Sahel.

Des études complémentaires sont envisagées sur des durées plus longues afin d'approfondir certains aspects fondamentaux liés à la conduite de l'irrigation avec les eaux usées dans ses aspects quantitatifs et qualitatifs. Ces études auront notamment pour objectifs le suivi de l'évolution à long terme des caractéristiques des sols et des espèces irriguées et la mise en place de mesures de protection sanitaires adaptées au contexte local. Cela

reviendra à établir un véritable cahier des charges qui devra permettre de spécifier de manière exhaustive les différentes modalités d'utilisation des eaux usées dans le contexte sahélien et de définir les mesures d'accompagnement nécessaires à envisager dans chaque cas particulier. Une telle démarche permettra de développer cette pratique et l'inclura progressivement dans un cadre institutionnel organisé.

Par ailleurs, des études similaires seront menées dans un autre contexte écologique très différent -le Sahara algérien- dont la plupart des oasis, en particulier celle de Ouargla, connaissent aujourd'hui des problèmes environnementaux très sérieux (remontée des eaux superficielles, dégradation des conditions sanitaires, etc.). La réutilisation contrôlée des eaux usées, après traitement, pourrait être un moyen efficace pour lutter contre la détérioration des conditions écologiques de l'environnement dans ces sites urbain fragilisés.

5. CONCLUSION

Les premiers résultats concernant le suivi des paramètres de croissance des espèces étudiées ont permis de mettre en évidente que la valorisation des sous produits du lagunage permet d'obtenir des rendements plus importants par rapport au recours aux eaux du réseau public, habituellement utilisées. Ces résultats semblent être en conformité avec les conclusions d'autres travaux antérieurs réalisés dans des contextes similaires, mais utilisant des eaux usées brutes (Laouali et al, 1995).

Ce système écologique et générateur de revenus, qui associe traitement d'eau et valorisation des sous produits, couplé à d'autres types de valorisations, comme la pisciculture notamment (Seidl et al, 2002), et accompagné d'une véritable politique de sensibilisation, pourrait représenter pour les pays en développement une solution d'avenir très intéressante qui devra être fortement encouragée.

REMERCIEMENTS
La réalisation de cette étude a été possible grâce au financement apporté par la Commission Européenne au projet Niger VII, conjointement réalisé par l'ONG belge AQUADEV et l'Université Abdou Moumouni de Niamey.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABDOU A. *Analyse des performances et diagnostic du potentiel de réutilisation des sous produits de l'épuration dans la ville de Niamey*. Thèse d'Ingénieur, EIER, Ouagadougou, 2002 ; 111 p.

AGHTM. La réutilisation des eaux usées après épuration. *TSM, 1986 ;* 2 : 81-118.

IDDER T, LAOUALI S. Projet pilote Niger VII : *épuration des eaux usées de Niamey*. *Actes du séminaire international sur l'assainissement en milieu urbain en Afrique*. Sénégal, Gorée, 18 au 20/12 , 2000 : 57-63.

IDDER T. *Le problème des excédents hydriques à Ouargla : Situation actuelle et perspectives d'amélioration.* Sécheresse 2007 ; 18 (3), 161 : 167.

KAWA R, MOUSSA I. *Essai de multiplication de Leptadenia Hastata en pépinière*. Niamey : Brochure dactylographiée, Faculté d'Agronomie de Niamey, 2000 ; 10 p.

LAOUALI G, DELISE CE, VICENT G. *Etude préliminaire de la réutilisation des eaux usées pour l'arrosage des pépinières au Niger*. *Sécheresse*, 1995 ; 6 : 201-205.

MARA D, CAIRNCROSS S. *Guide pour l'utilisation sans risques des eaux résiduaires et des excréta en agriculture et en aquaculture*. Genève : OMS, 1991 ; 205 p.

MÜLLER D, NARBEBURU D, COLLIGNON B. *Y-a-t-il une solution miracle avec Moringa Oleifera* ?. *Le Flamboyant,* 1997 ; 43 : 11-14.

OMS. *L'utilisation des eaux en agriculture et aquaculture : recommandations à visée sanitaires*. Genève : Organisation Mondiale de la Santé, 1989; 82 p.

SEIDL M, LAOUALI MS, IDDER T, MOUCHEL J M. Lentille d'eau et Tilapia : une solution écologique pour le traitement des eaux usées dans les pays en voie de développement. Actes de la conférence internationale Envirowater, 5 au 8 nov, Ouagadougou, 2002

SHUVAL HI *et al.* *Wastewater irrigation in developing countries : health effects and technical solutions.* New York : The World Bank, 1986, 324 p.

YANSAMBOU B. *Possibilités d'utilisation des eaux usées dans la production forestière*. Thèse d'ingénieur des techniques agricoles, Faculté d'agronomie Niamey, 2002 ; 64p.

FABRICATION DE BLOCS MULTI NUTRITIONNELS (BMN) A BASE DE SOUS PRODUITS DU PALMIER DATTIER. UNE ALTERNATIVE PROMETTEUSE POUR L'ALIMENTATION DU BETAIL EN ZONES SAHARIENNES

CHEHMA[1] A., SENOUSSI[1] A. ABECHA[2] et MENGAA[2].

1 : Laboratoire Bio ressources saharienne, Protection et Valorisation, Université Kasdi Merbah- Ouargla, (Algérie). Email : madjidchehma@yahoo.fr. Fax : 029 71 26 97
2 : Département des sciences agronomiques, Université Kasdi Merbah- Ouargla, (Algérie).

RESUME

Le problème de déficit en alimentation du bétail s'amplifie davantage en Algérie. Ceci est d'autant plus aggravé par la hausse des prix des céréales (principales sources de d'aliment concentré) dans les marchés mondiaux, se traduisant, localement, par la hausse des prix des productions animales. Afin de palier à ce déficit, la valorisation des agro ressources nationales est plus que nécessaires. Dans ce contexte, les études expérimentales ont démontré, que d'une façon générale, l'utilisation de ses sous produits est confrontée à des limites techniques (inappétibilité, déséquilibre nutritionnel…etc.) quant à leur appréciation par les animaux d'élevage, rendant ainsi leurs utilisation pratiquement compromettante.

Dans les zones sahariennes, le palmier dattier offre des quantités appréciables de sous produits pouvant être valorisés en alimentation de bétail. Parmi ceux là, les rebuts de dattes, que les études menées sur leur valeur nutritive ont démontrée qu'ils peuvent être classés parmi les concentrés énergétiques. Cependant, leur richesse en sucres cytoplasmiques et leur déficience en azote rend leur utilisation par les ruminants plus ou moins compromettante, quant aux risques d'indigestions et de météorisations. Pour palier à cela, la fabrication de blocs multi nutritionnels (BMN) à base de rebuts de dattes présente un double avantage ; le premier est de pallier à la déficience en azote par l'adjonction d'urée (source azotée très économique), le deuxième est d'équilibrer les sucres simples par la cellulose fournie par l'aliment grossier, en plus de l'avantage du mode de présentation de cet aliment sous forme de blocs beaucoup plus pratique à l'utilisation. C'est dans cette optique et pour mieux valoriser ce produit et contribuer à l'allégement de l'utilisation exagérée des céréales (orge, maïs…etc.) dans l'alimentation du bétail, que s'inscrit notre proposition de « BMN ».

Notre travail consiste en la valorisation des sous produits du palmier dattier par la fabrication de « BMN » à travers différentes formules, à base de

rebuts de dattes enrichies d'urée, additionnés à un aliment grossier (paille et pédicelles de dattes), le sel, l'eau et le liant. A partir de cela, les premiers résultats obtenus sont encourageants, où nous avons enregistré de fortes valeurs énergétiques atteignant 0.92 UFL : kg de MS et d'appréciables valeurs azotées atteignant les 100 g de MAD /kg de MS**.** En plus d'une bonne réponse des animaux d'élevage (Ovins et Caprin) quant à son utilisation comme aliment concentré, avec une tendance d'une utilisation beaucoup plus efficace par les caprins que les ovins. A cet effet, nous avons enregistré des quantités journalières ingérées atteignant les 47.836 g / $P^{0.75}$ pour les caprins et 15.414 g / kg $P^{0.75}$ pour les ovins et des GMQ (gains moyens quotidiens) allant jusqu'à 90 g/jour pour le caprin et 62 g/jour pour les ovins. En plus que les résultats obtenus des travaux préliminaires sur la production laitière caprine (qui se poursuivent sur les vaches laitières) sont plus que prometteurs.

Mot clés : Valorisation **/** Sous produits / Palmier dattier / BMN / Bétail.

INTRODUCTION

En Algérie, le problème de l'alimentation du bétail se pose avec acuité, ce qui oblige l'Etat à recourir à l'importation de grandes quantités d'aliment, surtout des concentrés (maïs, orge….), pour palier à ce déficit (CHEHMA et *al*, 2002).

Par ailleurs, outre les sous produits de la céréaliculture et d'autre sous produits de l'agriculture et l'agro industriel. Le palmier dattier offre une gamme importante de sous produits agricoles qui est utilisée d'une façon traditionnelle par les éleveurs de la région.

L'étude nutritive de ces sous produits a démontré qu'ils se divisent en deux catégories; les palmes sèches et les pédicelles de dattes, comme aliments grossier et les rebuts de dattes comme concentré énergétique, avec une faiblesse générale en matière azotée. (CHEHMA et LONGO*,* 2004)

Donc l'utilisation de cette ressource nationale est plus qu'indispensable pour minimiser la facture en devise que l'Etat débourse annuellement. Cependant, leur richesse en sucres cytoplasmiques et leur déficience en azote rend leur utilisation par les ruminants plus ou moins compromettante quant aux risques d'indigestions et de météorisations.

Pour palier à cela, la fabrication de blocs multi nutritionnels (BMN) à base de rebuts de dattes présente un double avantage ; le premier est de palier à la déficience en azote par l'adjonction d'urée, le deuxième est d'équilibrer les sucres simples par la cellulose fournie par l'aliment grossier, sans pour autant négliger l'avantage du mode de présentation de cette ration multi nutritionnelle sous forme de blocs beaucoup plus pratique à l'utilisation.

C'est dans cette optique que s'inscrit ce travail qui consiste en la fabrication de blocs multi nutritionnels à travers différentes formules, à base de rebuts de dattes enrichis d'urée, et d'étudier leur utilisation par les ruminants (ovins et caprins)

1- MATERIEL ET METHODES :

La démarche suivie pour l'aboutissement aux objectifs tracés est illustrée dans la figure 1

- Le matériel végétal utilisé se compose de rebuts des dattes et pédicelles de dattes récoltés de l'exploitation de la station INRAA de Sidi Mahdi de Touggourt et de Paille d'orge achetée au marché.
- Le matériel animal utilisé se compose de 6 brebis ovines de race Ouled Djellal âgées de 13 mois et pesant de 30 à 33kg et de 4 chèvres de race alpine âgée de 08a 12 mois et pesant de 13 à 21kg.
- Comme ingrédients d'amélioration nous avons utilisé ; l'urée 46%, le sel (Na Cl de cuisine) et le ciment industriel.

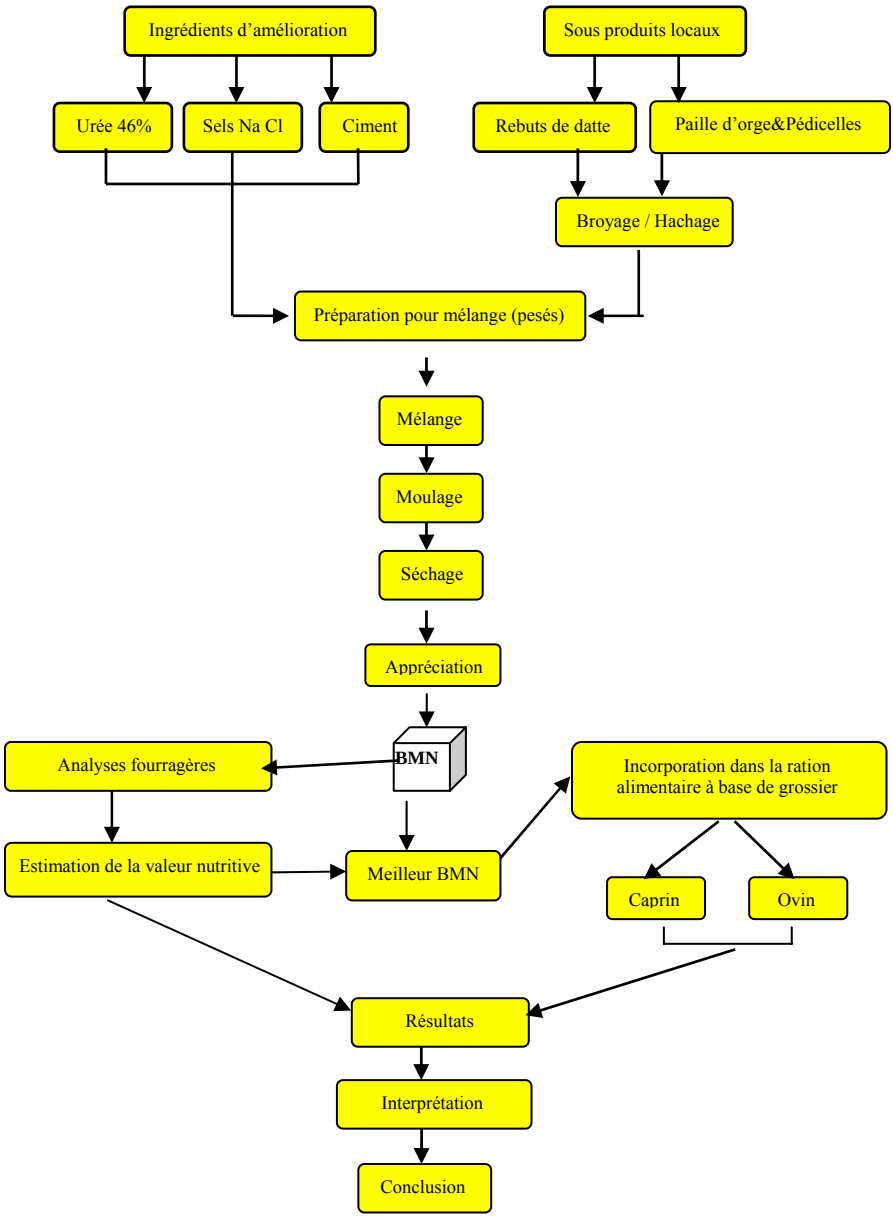


Figure 1 : Représentation schématique de la démarche suivie

1.1- Protocole expérimental

1.1.1- Fabrication des BMN

Lors de la fabrication des blocs (fig. 1) nous avons adopté différentes formulations (tab. 1)

Tableau 1 : Formulation des blocs multi nutritionnels

Blocs	Rebuts de dattes (en %)	Grossier (en %)	Urée (en %)	Na Cl (en %)	Ciment
BMN 1	25	60 *	5	5	5
BMN 2	25	55*	7.5	7.5	5
BMN 3	50	35*	5	5	5
BMN 4	50	30*	7.5	7.5	5
BMN 5	75	10*	5	5	5
BMN 6	75	5*	7.5	7.5	5
BMN 7	70	12.5**	7.5	7.5	5

*** : Grossier à base de paille d'orge ;**

**** : Grossier à base de pédicelle de datte**

1.1.2- Utilisation des BMN par les animaux

Le **BMN 7** (meilleur bloc sélectionné sur la base de sa valeur nutritive), a été expérimenté chez les ovins et les caprins. Les animaux ont été séparés dans des boxes individuels ou ils recevaient leurs rations contrôlées. L'expérimentation s'est déroulée dans la bergerie de la station de l'INRAA de Sidi Mahdi de Touggourt.

1.1.2.1- Période d'adaptation:

Pour accoutumer les animaux à leur nouveau régime et pour éviter des accidents digestifs dus à l'urée (azote non protéique), nous avons adopté une période d'adaptation de 26 jours où, en plus du grossier (luzerne) distribué à volonté, les animaux recevaient progressivement des quantités croissantes de BMN (tab. 2)

Tableau 2 : Quantités d'aliments distribuées aux caprins et ovins en période d'adaptation

Période	BMN en (g de MF)		Luzerne (kg)	
	Caprin	Ovin	Caprin	Ovin
1er à 8^{éme} jours	30	60	à volonté	à volonté
9^{éme} à 18^{éme} jours	60	100	à volonté	à volonté
19^{éme} à 21^{éme} jours	100	100	à volonté	à volonté
22^{éme} à 26^{éme} jours	200	100	à volonté	à volonté

1.1.2.1- Période expérimentale

Lors de cette période qui a duré 25 jours et qui a suivit directement la période d'adaptation, on a distribué aux animaux des rations individuelles à base de **BMN (7)** et de luzerne, comme illustré dans le tableau 3.

Tableau 3 : Quantités d'aliments distribuées aux caprins et ovins en période expérimentale

Période	BMN en (g de MF)		Luzerne (kg)	
	Caprin	Ovin	Caprin	Ovin
27éme à 34éme	200	100	à volonté	à volonté
35éme à 39éme	250	150	à volonté	à volonté
40éme à 42éme	350	250	à volonté	à volonté
43éme à 47éme	400	350	à volonté	à volonté
48éme à 51éme	450	350	à volonté	à volonté

1.1.3- Pesé des animaux:

Les animaux ont été pesés, périodiquement, au début et à la fin les périodes d'adaptation et expérimentales, dans une bascule de 100 kg de portée.

1.2-Analyses biochimiques

Ces analyses ont porté sur la détermination de la matière sèche (MS), matière organique (MO), matière minérale (MM), matières azotées totales (MAT) et la cellulose brute (CB).

1.3- Valeur nutritive

La valeur nutritive des BMN (valeur énergétique et valeur azotée) a été estimée à partir des résultats des analyses chimiques de ces espèces. Cette estimation a été réalisée selon les modèles mathématiques de JARRIGE (1988) et GUERIN et *al*,. (1989).

2- RESULTATS ET DISCUSSION

2.1- Qualité des blocs

L'appréciation des blocs (tab. 4), se fait après séchage en se basant sur la dureté, la cohésion, la couleur et l'odeur.

Tableau 4 : Appréciation des blocs fabriqués

Bloc	Dureté	Cohésion	Couleur	Odeur
(1)	Mou	Moyenne	Claire	
(2)	Mou	Moyenne	Claire	
(3)	Moyenne	Moyenne	Claire foncée	Agréable
(4)	Moyenne	Moyenne	Claire foncée	(odeur de datte)
(5)	Bonne	Bonne	Foncée	
(6)	Bonne	Bonne	Foncée	
(7)	Bonne	Bonne	Foncée	

2.2- Composition chimique

Les résultats obtenus par l'analyse fourragère des différents blocs sont rapportés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Composition chimique des BMN fabriqués.

Bloc	MS (%)	En % de la MS			
		MM	MO	CB	MAT
(1)	98.135± 0.05	31.61 ± 0.5	68.37± 0.5	28.02± 0.2	8.105± 0.25
(2)	97.345± 0.05	31.25± 0.66	68.75±0.66	27.68± .03	11.1± 0.55
(3)	96.85± 0.05	29.885±0.12	70.11±0.12	16.99± 0.14	6.11± 0.21
(4)	95.55± 0.05	28.95± 0.62	72.55±0.88	15.09± 0.28	8.01± 0.43
(5)	89.265± 0.05	26.71± 0.39	73.29±0.39	12.98± 0.33	12.18± 0.37
(6)	88.175± 0.05	21.48± 0.73	78.52±0.73	12.22± 0.21	12.04± 0.82
(7)	83.40± 0.07	20.74± 0.11	79.25±0.34	15.12± 0.84	15.45± 0.40

La teneur en MS est légèrement variable, allant de 83,4 % pour le bloc 7 à 98,13 % pour le bloc 1. Cette variation est due à la différence de composition, et à la nature du grossier.

Pour la MO, on a enregistré des taux relativement élevés avec des valeurs allant de 68,37 % pour bloc 1 à 78,52% pour bloc 6. Il faut noter que l'augmentation des taux de MO est proportionnelle aux taux de rebuts de dattes dans les blocs.

De la même façon, nous avons enregistré une variabilité dans la composition chimique, variant proportionnellement avec les taux de grossier, et allant de 12.22 pour le bloc 6 à 28.02 pour le bloc 1.

Pour la teneur en MAT, nous remarquons que les teneurs enregistrées varient de 6 à 15%, et qu'elles sont proportionnelles aux taux de MO et de rebuts de dattes et inversement proportionnelles aux taux de CB dans les blocs.

2.3- Valeurs nutritives

Les résultats de la valeur nutritive calculés, estimant les valeurs énergétiques (en UFL et UFV) et azotées (en g de PDI et de MAD) sont consignés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Valeurs nutritives des BMN fabriqués

Blocs	UFL / kg de BMN	UFV / kg de BMN	PDIN (g/kg BMN)	PDIE (g/kg BMN)	MAD (g/kg BMN)
(1)	0.65	0.60	51,11	65,85	47,72
(2)	0.81	0.80	70,05	82,04	74,88
(3)	0.79	0.52	38,55	57,53	28,95
(5)	0.66	0.61	50,57	67,02	45,36
(4)	0.91	0.90	76,89	90,39	83,03
(6)	0.85	0.85	69,66	86,54	70,62
(7)	0,92	0,94	87	94	100

Les résultats obtenus montre une variabilité des valeurs énergétiques et azotées enregistrées (fig. 2 et 3) et que le bloc 7 à base de 70 % de rebuts dattes et de pédicelles, présente les meilleures valeurs nutritives, énergétiques qu'azotées, avec respectivement, 0.92 UFL et 100 g de MAD par kg de BMN.

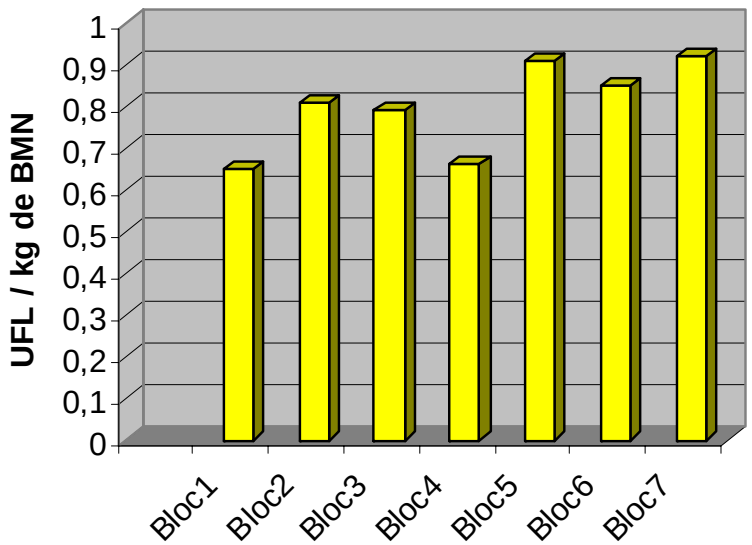


Figure 2 : Valeurs énergétiques des BMN fabriqués

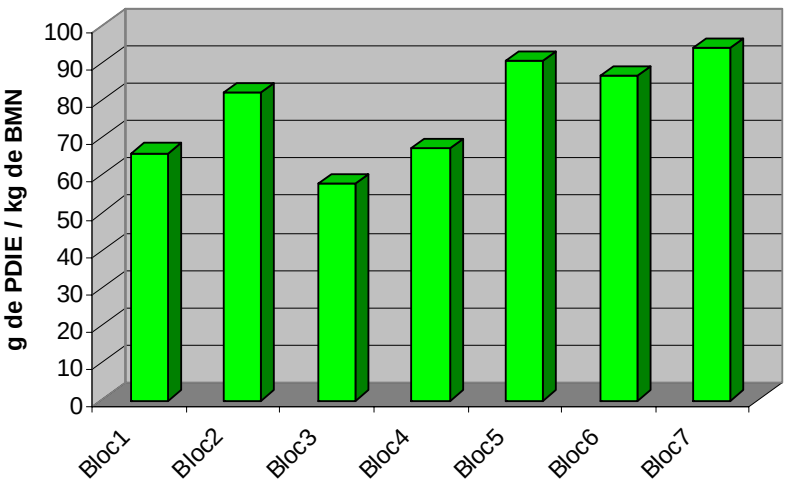


Figure 3 : Valeurs azotées des BMN fabriqués

A partir de ces résultats, et du fait que le Bloc 7 présente les meilleures valeurs nutritives, en plus qu'il est composé totalement de sous produits de palmier dattier (rebuts de dattes + pédicelles), il a été sélectionné pour être testé chez les animaux (ovins et caprins).

2.4- Utilisation des blocs par les animaux

2.4.1- Les quantités ingérées

Pour une meilleure comparaison des quantités de BMN ingérées entre les deux espèces animales, nous avons rapporté les résultats obtenus en gramme de BMN par kg de poids métabolique ($P^{0.75}$)

Les résultats obtenus nous montrent que les quantités ingérées sont différentes entre les ovins et les caprins. Ces différences sont très bien illustrées par le Box plot correspondant (figure 4)

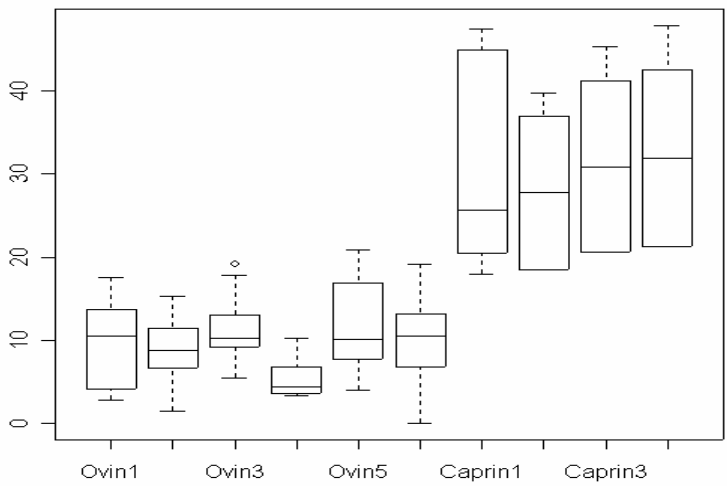


Figure 4 : Box plot de la variabilité des quantités ingérées (g/kg$P^{0.75}$) chez les ovins et les caprins

Le Box plot nous montre que d'une façon générale, les caprins ingèrent des quantités beaucoup plus élevées que les ovins. En effet les quantités ingérés chez les caprins varie de 18.468 (g/p0.75) à 47.836 (g/p0.75) (tab. 7), contre des quantités ingérées chez les ovins variant entre 3.151 (g/ kg $P^{0.75}$) et 15.414 (g / kg $P^{0.75}$) (tab.8).

Tableau 7: Les quantités ingérées chez les caprins pendant la période expérimentale (g/j/kg $P^{0.75}$).

Jours / Caprins	**10-16 (200g/j)**	**17-21 (250g/j)**	**22-24 (350g/j**	**25-29 (400g/j)**	**30-03 (450g/j)**
(1)	19.953	22.552	29.685	43.567	44.688
(2)	18.468	21.423	32.320	36.937	38.785
(3)	20.571	24.068	36.000	41.143	43.329
(4)	21.260	26.575	37.206	42.521	47.836

Tableau 8: Les quantités ingérées chez les caprins pendant la période expérimentale (g/j/kg $P^{0.75}$).

Jours / Ovins	10-11 (100g/j)	12-21 (150g/j)	22-25 (250g/j)	26-03 (350g/j)
(1)	3.151	6.512	13.327	13.136
(2)	5.347	6.187	12.414	10.455
(3)	6.164	9.075	12.157	14.982
(4)	3.757	4.303	8.708	5.677
(5)	5.391	8.692	15.414	15.035
(6)	3.951	6.205	11.702	14.804

Cette différence entre ces espèces peut être due au fait que les caprins sont de races alpines, améliorées génétiquement pour la production de lait, et qui ont des besoins azotés beaucoup plus grand par rapport aux Ovins qui sont de race locale Ouled Djellal. A cet effet, SANOUCY et *al.* (1988) confirme que l'ingestion de blocs varie avec l'espèce animale.

Les résultats obtenus nous montrent qu'il y a une variabilité intra espèces chez les ovins et les caprins. Cette variation entre les individus de la même espèce est essentiellement due a l'appétibilité de l'animal lui même; qui est une caractéristique bien définit et très spécifique pour chaque animal (BAUMONI, 1996).

Exprimée en g/ j /100 kg de poids vif chez les ovins, on enregistre une ingestion moyenne de 510 g ce qui est comparable à celle de NYARKO et *al.* (1993) qui ont obtenu 530 g pour les blocs (mélasse urée).

Toujours exprimée en g/100 kg de poids vif chez les caprins, nos quantités ingérées qui sont moyennement de l'ordre de 2000 g / j / 100 kg de poids vif sont largement supérieures à celles de SANOUCY et *al.* (1988) avec 400 g et de HADJIPANAYIOTOU et *al.* (1989) qui ont obtenu seulement 121 g/ 100 kg de poids vif. Cette variabilité pourrait s'expliquer principalement par les différentes matières premières incorporées et leurs proportions qui influencent la qualité des blocs.

2.4.2- Les gains de poids

Pour avoir une idée sur la réponse corporelle des animaux alimentés à base de BMN, nous avons calculé les gains de poids enregistrés par ces derniers pendant la période expérimentale.

Pour les ovins, les résultats de gains de poids obtenus sont illustrés dans le tableau 9. On remarque que les GMQ enregistrés sont variables en fonction des individus. En effet, les GMQ obtenus varient de 26.80 g/jour pour l'ovin (6) à 62 g/jour pour l'ovin (5), avec une moyenne générale de 47 g/jour. Cette variabilité individuelle est liée aux mêmes facteurs de variabilité des quantités ingérées citées ci-dessus.

Tableau 9 : Gains de poids chez les ovins alimentés à base de BMN

Ovin	**Poids initial en kg**	**Poids final en en kg**	**Gain de poids en g**	**GMQ (g/jour)**
Ovin (1)	33.65	35.80	2150	52,00
Ovin (3)	34.25	37.00	2750	45,20
Ovin (4)	34.90	36.90	2000	48,80
Ovin (5)	35.50	37.80	2300	62,00
Ovin (6)	33.65	34.65	1000	26,80
Moyenne	-	-	-	47

Chez les caprins, les résultats obtenus pour les gains de poids sont illustrés dans le tableau 10. De la même façon que les ovins, on remarque que les GMQ enregistrés sont variables en fonction des individus. En effet, ces GMQ varient de 42 g/jour pour le caprin (1) à 90 g/jour pour le caprin (4), avec une moyenne générale de 67 g/jour. Les facteurs de variabilités sont similaires à ceux cités pour les ovins.

Tableau 10 : Gains de poids chez les caprins alimentés à base de BMN

Caprin	Poids initial en kg	Poids final en en kg	Gain de poids en g	GMQ (g/jour)
Caprin (1)	13.50	17.00	3500	42,00
Caprin (2)	21.75	26.15	4400	86,00
Caprin (3)	19	22.25	3200	50,00
Caprin (4)	18.85	21.50	2650	90,00
Moyenne	-	-	-	67,00

Comparativement aux ovins on remarque que les caprins présentent une meilleure réponse en poids (67g contre 47 g). Cela est proportionnel aux quantités ingérées qui sont beaucoup plus importantes chez les caprins que les ovins.
Comparativement aux travaux menés par d'autres auteurs, nos résultats sur les ovins (47 g/j) se trouvent inférieurs à ceux de NYARKO et *al.* (1993) qui enregistraient un GMQ de 53.28 g/j pour des brebis complémentés à base de blocs (mélasse urée). Par contre, ils sont largement supérieurs à ceux de SUDANA et LENG (1986) qui rapportaient une variation positive de poids de 10 g/j pour des moutons alimentés toujours à base de blocs (mélasse urée).

Ces différences enregistrées sont dues essentiellement à la variabilité individuelle des animaux, à leurs âges et leurs poids, d'un côté et à la différence de la composition des blocs et des rations de bases distribuées de l'autre côté.

CONCLUSION

A travers ce travail sur les possibilités de fabrication des blocs multi nutritionnels à base de sous produit de palmiers dattier et d'urée et leur utilisation en alimentation du bétail, il ressort que :

De point de vue nutritif, et comparativement aux formulations de blocs effectuées, le BMN 7, à base de 70 % de rebus de dattes, 7.5 % d'urée et de pédicelle, présente la meilleure valeur nutritive avec 0.92 UFL et 94 g de PDIE / kg et qui même en comparaison à l'orge de référence avec 1 UFL et 0.75 g de PDIE / kg, il peut être très compétitif et pourrait lui être substitué partiellement, économisant ainsi une partie des devises utilisées pour son importation.

Pour ce qui est des quantités ingérées du BMN 7 sélectionné, les résultats obtenus nous démontrent que les caprins ont une meilleure aptitude à l'utilisation de ces blocs que les ovins ; puisqu'on a enregistré des quantités ingérées pour les caprins de l'ordre de 43.65 g/kg $P^{0.75}$ contre seulement 12.34 g/kg $P^{0.75}$ pour les ovins.

Pour ce qui est des gains de poids, et de la même façon que les quantités ingérées, c'est toujours les caprins qui présentent les meilleurs GMQ, puisqu'ils enregistrent moyennement des gains de 67g / jour contre 47g / jour pour les ovins.

Cette meilleure aptitude de l'utilisation de ces blocs par les caprins peut s'expliquer, à notre sens, par le fait que ces derniers sont des races génétiquement améliorées pour la production de lait (race alpine) ce qui fait que leurs besoins azotés sont supérieurs et leur microflore ruminale est plus adaptée à l'utilisation de l'azote non protéique (urée) présent dans les blocs.

Enfin, il faut noter que ces premiers résultats sont très encourageants et justifient la poursuite des travaux sur ces BMN pour avoir une idée plus précise quant à la réponse des animaux vis-à-vis des différentes productions (lait et viande) en quantités et qualité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BAUMONI R. (**1996)** : Palatabilité et comportement alimentaire chez les ruminants. Revue production animale, INRA, 9(5), 349-358.

CHEHMA A. ; LONGO H.F ; BADA A. et MOSBAH M. (2002): Valeur alimentaire des sous produits du palmier dattier, de la paille d'orge et du Drinn chez le dromadaire. "Journal Algérien des Régions Arides". N° : 1, 33-44.

CHEHMA A. et LONGO H.F., (2004) : Bilan azoté et gain de poids chez le dromadaire et le mouton, alimentés à base de sous produits de palmier dattier, de Drinn "*Stipagrostis pungens*" et de paille d'orge. Cahiers Agricultures, 13 (2), 221-226.

HADJIIPANAYIOTOU.M; LOUAY. LABBAN et ALI. BADRAN., (1989): effect of block feeding on the performance of dry. Shami COWS on poor quality roughages. Document technique N°: 2, FAO/UNDP/SYR/003.

JARRIGE R (1988): **Alimentation des bovins, ovins et caprins. Ed. INRA. 471 pages.**

NYARKO-BADOHU, D.K., KAYOULI, C., BA, A.A., and GASMI, A., (1993): Valorization of cereal straws in the feeding in the North of Tunisia. In Proceedings of the International Conference in Increasing Livestock Production through Utilization of Local resources, 172-184. Beijing, China. October, 18-22-1993. SANOUCY.R; GYS. ARTS et PRESION.T.R., (1986)-molasses urea blocks as a multinutrient supplement for ruminants. FAO. Animal production and health paper N°: 72, 263-278.

SANOUCY.R; GYS. ARTS et PRESION.T.R., (1986): Molasses urea blocks as a multinutrient supplement for ruminants. FAO. Animal production and health paper N°: 72, 263-278.

SUDANA.IB et LENG. R.A., (1986): effect of supplementing a wheat straw diet with urea or a urea molasses blocks and/or cotton seed meal on intake and live weight change of lambs. Animal feed science and technology N°: 16, 25-35.

IMPACT DE L'INSTALLATION DES PIVOTS POUR L'IRRIGATION DANS LES OASIS ALGERIENNES SUR LA BIODIVERSITE ORTHOPTEROLOGIQUE.

B. DOUMANDJI-MITICHE (1), F.OUTTAR (2) ET S.DOUMANDJI (1)
(1) Professeurs à l'Institut National Agronomique d'El-Harrach, Alger
(2) Elève magister à l'Institut National Agronomique d'El-Harrach, Alger

RESUME
Une orientation de la politique agricole prise par l'état algérien au début des années quatre vingt a permis d'amorcer un vaste plan de développement et de réhabilitation des zones marginalisées dans le sud algérien. L'état a en effet prévu une mise en valeur de plus de 200.000 ha de terres arides à travers la création d'un milieu de périmètres et une mobilisation d'importantes ressources en eau souterraine par le captage des sources et le forage de puits .
C'est ainsi que dans la zone d'Adrar, un projet de mise en valeur a vu le jour et est devenu, en l'espace de 10 ans, une vaste opération technique. Ce projet mis en place en 1983 visait dès le départ l'aménagement de 1.000.000 ha. Il se basait dès la fin 1990 essentiellement sur l'exploitation des ressources en eau souterraine (la nappe albienne de la zone d'Adrar était particulièrement visée), l'exhaure de l'eau par de grands forages industriels ainsi que la mise en place de techniques d'irrigation modernes notamment les pivots, (Sahli, 1994, 1997 in Allal-Benfekih, 2006).
Dans ce contexte, la conduite des cultures grâce à une irrigation à grande échelle sur des vastes terres arides, a entraîné une modification physique des milieux en faveur des peuplements acridiens. Des colonisations puis des pullulations rapides du criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria* Forskäl, 1775 puis du criquet migrateur *Locusta migratoria cinarescens (*Linné, 1758) se sont succédés au niveau de ces biotopes anthropiques. Des dégâts ont été occasionnés en conséquence au niveau de ces pivots et des périmètres maraîchers devenus des milieux propices à leur multiplication. A côté de ces deux espèces grégariaptes, nous avons aussi inventorié des sauteriaux qui vivent en association avec ces criquets. Parmi eux citons *Aiolopus strepens (*Latreille, 1804*), Acrotylus patruelis (*Herrich-Schaeffer, 1838) , *Pseudosphingonotus savignyi* (Saussure, 1884)*,Sphingonotus rubescens* (Walker, 1870), *Pyrgomorpha cognata (*Krauss , 1877), *Thisiocetrus (Heteracris) annulosus* (Walker, 1870) et *Ochrelidia (Platypterna) harterti* (Bolivar, 1913).

Le suivi de la faune orthoptérologique en général et acridienne en particulier de 1993 à 2008, nous a permis d'inventorier 28 espèces à Adrar. Nous avons donné aussi un aperçu sur l'évolution des effectifs de *S. gregaria* et *L. migratoria cinerescens* à Adrar de 1993 à 2008, sur leur statut phasaire au cours de ces années ainsi que leur régime alimentaire. Pour compléter ce travail, nous avons noté quelques données sur l 'effet d'un champignon acridopathogène, *Metarhizium anisopliae var. acridum (Hyphomycètes, Deuteromycotina)* sur quelques aspects bio-physiologiques de ces acridiens en vue d'une lutte biologique.
Mots clés : Pivot d'irrigation, céréaliculture, biodivrsité orthopterologique, Adrar.

INTRODUCTION :

Lors des sorties pédagogiques et de recherche que nous avons entrepris entre 1993 et 2008 à Adrar, nous avons pu inventorier plusieurs espèces d'orthoptères au niveau des céréales irriguées par des pivots et des cultures maraîchères ou encore au niveau des cultures sous-jacentes aux palmiers-dattiers. Nous nous sommes intéressés plus spécialement à l'évolution de deux criquets grégariaptes, *Schistocerca gregaria* Forskäl, 1775 et *Locusta migratoria* cinarescens, (Linné, 1758), avec étude de l'évolution de leurs effectifs au cours des années d'étude ainsi qu'un aperçu sur leur statut phasaire et leur régime alimentaire et aussi la possibilité d'utilisation d'un champignon acridopathogène, *Metarhizium anisopliae var. acridum* ou Green Muscle dans le cadre d'une lutte biologique.

Nous nous sommes intéressés plus spécialement à la région d'Adrar car suite à l'installation des pivots, le biotope est devenu favorable à l'installation et à la reproduction de ces acridiens.

METHODOLOGIE DE TRAVAIL :

A Adrar plusieurs stations ont été prospectées pour l'échantillonnage des orthoptères. Nous nous sommes intéressés plus spécialement à celles où se trouvent *S. gregaria* et *L. migratoria,* citons entre autres les stations Moulay Nadjem, Zaouiet Kounta, Sbaihi, Baamar ainsi que la station INRA. Nous avons effectué en moyenne deux sorties par an, de 1993 à 2008, d'une durée chacune d'une semaine en moyenne. Nos récoltes ont été faites à la main ou au filet fauchoir. Notons qu'une palme débarrassée de ses folioles de base et du milieu et ne gardant que les folioles de l'apex, s'est avérée un bon matériel de capture pour le criquet pèlerin et le criquet migrateur.

Nous nous sommes intéressés donc à l'évolution dans le temps de la faune orthoptérologique en général et des deux acridiens grégariaptes en particulier. Pour *S. gregaria* et *L. migratoria cinerascens,* nous avons calculé leurs indices morphométriques pour déterminer leur état phasaire, solitaire, transiens ou grégaire. Pour cela, nous avons utilisé l'échelle

donnée par Dirsch, 1953 in Ghaout, 1990 pour *S. gregaria* et celle d'Uvarov,1966 in Allal-Benfekih, 2006 pour *L. migratoria* ainsi que les abaques morphométriques de Duranton et Lecoq, 1990 pour les 2 espèces.
De plus, pour ces deux espèces, nous avons noté leur régime alimentaire pour déterminer les espèces végétales consommées et notamment les cultures. Pour cette étude, on s'est référé à la méthode des fécès (Butet, 1985) avec élaboration d'une épidermothèque de référence pour la détermination, par comparaison, des fragments végétaux contenus dans les fèces.
Suite à l'installation, à la multiplication et à la reproduction de ces 2 Locustes grégariaptes dans la région et aux risques des dégâts qu'elles peuvent causer suite à leurs pullulations, nous nous sommes intéressés à l'étude de plusieurs agents biologiques à utiliser contre ces espèces dans le cas d'une lutte biologique préventive. Notre choix s'est porté sur les champignons entomopathogènes notamment *Metarhizium anisopliae var. acridum* ou Green Muscle, reçu de l'Institut National de la protection des végétaux en juin 2005.

RESULTATS ET DISCUSSIONS :

1 – Inventaire de la faune orthoptérologique d'Adrar

Nous allons porter sur le tableau 1 et la figure 1 les espèces orthoptérologiques récoltées à Adrar de 1993 à 2008.

Tableau 1 : Acridofaune de la région d'Adrar pour la période 1993-2008

Années Espèces	1993	1994	1995	1996	1997-1998	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Schistocerca gregaria (Forskål, 1775)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Locusta migratoria (Linné, 1758)	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+
Pyrgomorpha conica (Olivier, 1791)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Pyrgomorpha cognata (Krauss, 1877)	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-
Thisoicetrus Heteracris) littoralis (Rambur, 1838)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Thisoicetrus Heteracris) annulosus (Walker, 1870)	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Thisoicetrus Heteracris) harterti(Bolivar, I. 1913)	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
Anacridium aegyptium	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Acrida turrita (Linné, 1758)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Aiolopus srtepens (Latreille, 1804).	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Aiolopus thalassinus (Fabricius, 1781)	+	+	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Aiolopus savignyi	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-
Acrotylus patruelis (Herrich-Schäffer, 1838)	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	+	-
Oedaleus senegalensis (Krauss, 1877)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphingonotus rubescens (Walker, 1870)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Sphingonotus vosseleri (Krauss, 1902)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-

Suite tableau 1

Années Espèces	1993	1994	1995	1996	1997 / 1998	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Sphingonotus diadematus Vosseler, 1902	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Sphingonotus octofaciatus (Serville , 1839)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
*Pseudosphingonotus savignyi (*Saussure, 1884)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Ochrilidia (Platypterna) krausi (Bolivar, I. 1913)	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Ochrilidia (Platypterna) harterti (Bolivar, I. 1913)	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Ochrilidia (Platypterna) sp (Fieber, 1853)	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
Duroniella lucasi (I. Bolívar, 1881)	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
Gryllotalpa gryllotalpa (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
Gryllotalpa vulgaris (Finot, 1890)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Gryllotalpa sp	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Gryllus bimaculatus (de Geer, 1773)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-
Gryllulus burdigalensis (Latreille, 1804)	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
Total par année	**8**	**6**	**6**	**1**	**18**	**11**	**8**	**7**	**1**	**6**	**4**	**6**	**2**

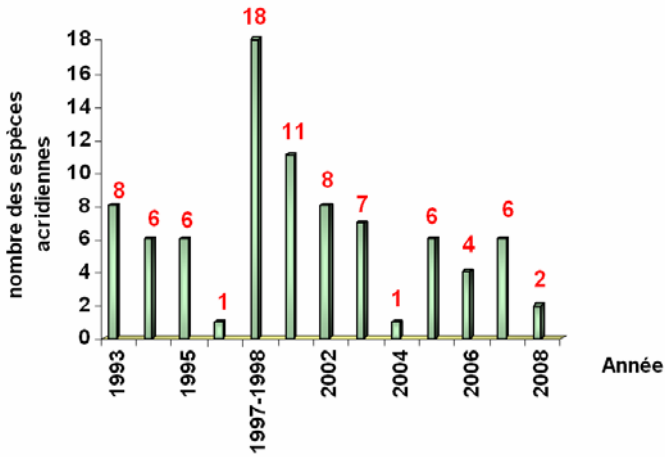


Fig1: Acridofaune d'Adrar de 1993 à 2008

Nous avons comptabilisé à Adrar 28 espèces orthoptérologiques soit 23 caelifères et 5 ensifères. Cet inventaire a été fait suite aux travaux de recherche réalisés dans le cadre de thèses ou de sorties pédagogiques.
- Ould El Hadj (2004) en prospectant plusieurs station à Adrar, de 1995 à 1998, à noté 29 espèces d'acridiens. Il note aussi que la richesse acridienne est différente en fonction des biotopes et des habitats. La palmeraie caractérisée par sa grande diversité floristique compte plus d'espèces phytophages en l'occurrence les acridiens (84,8%). Les périmètres irrigués représentés par les pivots renferment 76,1 % de l'acridofaune recensée.

2 – Evolution dans le temps des effectifs de *Schistocerca gregaria* et *Locusta migratoria cinerascens* :

Dans le tableau 2 et la figure 2, nous notons les différents effectifs de *S. gregaria* et *L. migratoria* récoltés à Adrar lors d'une sortie par an, de 1993 à 2008.

Tableau 2 : Effectifs de *S. gregaria* et *L. migratoria cinerascens* à Adrar :

Espèces / Années	*chistocerca gregaria*	*Locusta migratoria cinerascens*
1993	1603	19
1994	447	2
1995	1374	4
1996	57	-
1997	117	-
1998	16	-
2001	2	1
2002	1	46
2003	1	0
2004	753	0
2005	3	0
2006	2	0
2007	2	0
2008	5	99

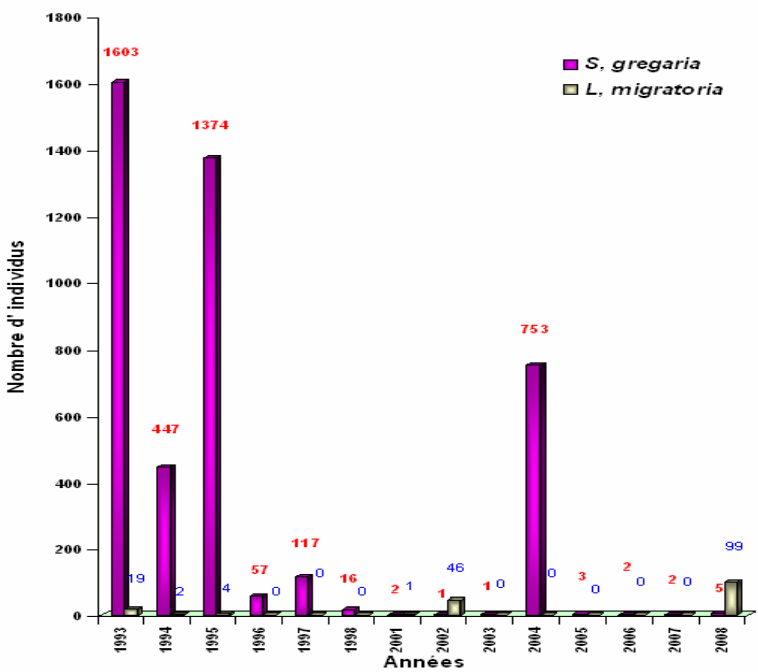


Fig 2: Evolution de *S gregaria* et *L migratoria* dans le temps

Nous notons donc qu'en 1993, les effectifs de *S. gregaria* étaient très importants par rapport à ceux de *L. migratoria* L'insecte était à l'état grégaire, (Kara, 1997).
En 1994, Seddik note que les individus ont diminué d'effectifs et qu'ils sont à l'état transiens.
Puis les effectifs du criquet pèlerin diminuent de 1996 à 1998 dénotant que son état phasaire est passé au transiens degregans tendant vers le solitaire avec néanmoins quelques grégaires (Cherief, 2000). Lors de cette période nous n'avons pas trouvé de Locusta.
Puis de 2001 à 2003, les effectifs des 2 locustes étaient très faibles, les insectes étaient à l'état solitaire.
En 2004 il y a eu recrudescence et nous avons récolté dans les mêmes conditions 753 individus du criquet pèlerin, l'insecte est passé à la phase grégaire, (Hémour, 2005 et Kherbouche, 2006).
De 2005 à 2007, le criquet pèlerin a été trouvé en très faible nombre et le criquet migrateur n'a pas été rencontré, (rapports de sorties pédagogiques).
Par contre en 2008, Sid Amar a récolté 99 individus de *Locusta migratoria cinerescens* et seulement 5 individus de *Schistocerca gregaria.*

3 – **Etats phasaires et Indices morphométriques de *S. gregaria* et *L. migratoria cinerascens*** *:*

Dans le tableau 3 suivant, nous notons quelques indices morphométriques des individus de *S. gregaria* capturés sous pivots à Adrar.

Tableau 3 : Indices morphométriques des individus de *S. gregaria* d'Adrar.

Années	1993		1994		1996		1997		1998		2004	
E / F	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
	2 ,09	2,15	2,08	2,13	2,16	2,17	2,12	2,11	2,08	2,16	2,28	2,94
F /C	3,77	3,79	3,75	3,77	3,53	3,68	3,72	3,97	3,68	3,85	2,31	2,97

E = Longueur de l'élytre F. = longueur du fémur postérieur
C = largeur de la capsule céphalique

En comparant nos résultats avec ceux donnés par le tableau de Dirsch et l'abaque morphométrique de Duranton et Lecoq, 1990, nous pouvons dire que *S. gregaria* était à l'état transiens avec quelques individus grégaires en 1993. De 1994 à 1998 les populations sont à l'état transiens dégregans. De 1998 à 2001 elles sont à l'état solitaire pour se transformer en grégaires en 2004 avec auparavant le passage par l'état transiens congregans.
- Ould El Hadj (2004) note que les mensurations et les indices morphométriques de 40 mâles de *S.gregaria* en novembre 1996 ont montré

que les individus sont transiens degregans laissant supposer qu'ils font partie d'une descendance d'une génération grégaire qui ont envahi la région d'Adrar quelques mois plus tôt. Après sédentarisation de la population suite aux opérations de lutte anti-acridienne et aux conditions écologiques favorables, les individus sont devenus solitarigestes.
Hémour (2005) et Kherbouche (2006) notent que les populations du criquet pèlerin d'Adrar étaient à l'état grégaire en 2004.

Tableau 4 : Indices morphométriques de *L m. cinerascens* à Adrar en 2007

Espèce	Sexe	E/F	F/C
L .migratoria cinerascens	♂ (n = 58)	1,79 à 1,89	3,65 à 3,98
	♀ (n = 39)	1,78 à 1,89	3,81 à 4,47

En comparant nos résultats avec les rapports morphométriques de *L .m. cinerascens* du tableau de référence de Uvarov (1996) in Allal-Benfekih (2006), on peut dire que les individus capturés appartiennent à la phase solitaire. Par contre l'abaque morphométrique de Duranton et Lecoq (1990) montre que la population du criquet migrateur est hétérogène avec des individus solitaires et des transiens.
L. m. cinerascens ne s'est jamais montrée à l'état grégaire en Afrique du Nord et selon Chopard (1943) ne se montrera vraisemblablement jamais sous cette forme. Cette sous espèce est certainement très peu grégariapte. Cependant Jannone (1936) in Chopard (1943) a observé cette sous espèce sous sa forme grégaire en Italie. Allal –Benfekih (2006) note que les individus de *L.m civerascens* n'ont jamais abouti à l'apparition d'une phase grégaire reconnaissable par ses critères morphométriques, de coloration et de comportement.

4 – Comparaison du régime alimentaire de *S. gregaria* et *L. migratoria cinerascens :*

Dans le tableau 5, nous portons les différentes espèces végétales consommées par les deux acridiens *Schistocerca gregaria* et *Locusta migratoria cinerascens* à Adrar.

Tableau n° 5 : Espèces végétales consommées par *S. gregaria* et *L. migratoria cinerascens*

Espèces végétales	*S. gregaria*	*L. migratoria cinerascens*
Hordeum vulgare	+	+
Medicago sativa	+	
Mellilotus infestans	+	
Brassica napis	+	
Allium cepa	+	+
Beta vulgaris	+	
Lactuca sativa	+	
Casuarina sp	+	
Triticum durum	+	
Imperata cylindrica	+	
Zygophyllum album	+	
Hyoscyanus muticus	+	
Sorghum vulgare		+
Lolium multiflorum		+
Silybum mavianum		+
Cucurbitaceae sp		+

- *S. gregaria* consomme au moins 12 espèces végétales appartenant à diverses familles botaniques (Poaceae, Papillonaceae, Crucifereae, Liliaceae, Chenopodiaceae, Asteraceae etc.).
Kara (1997) note 8 espèces consommées par *S. gregaria* dans les périmètres irrigués d'Adrar
Toujours pour la même espèce et dans les mêmes stations, Ould El Hadj (2004) signale 4 espèces végétales dans les féces de 52 mâles et 75 femelles de *Shistocerca gregaria*. Il s'agit de 2 Poaceae *Triticum durum* et *Imperata cylindrica*, d'une Zygophyllaceae *Zygophyllum album* et 1 Solanaceae *Hyocyamus muticus*. L'espèce végétale la plus consommée est *T..durum*, 82,52% pour les femelles et 75,1% pour les mâles.
Kherbouche note qu'à Adrar en 2004, 9 espèces végétales sont consommées aussi bien par les mâles que par les femelles du criquet pèlerin. *Phoenix dactylifera* (Arecaceae) est l'espèce la plus appréciée. La deuxième espèce consommée est *Arundo plinii* (Poaceae). Puis vient *Arachis hypogea* (Fabaceae), *Punica granatum* (Punicaceae) et *Mentha specata* (Labiae) qui sont également consommées mais avec des taux faibles. Notons aussi *Solsola vermiculata* (Chenopodiaceae) et

Lycopersicum esculentum (Solanaceae) L'espèce végétale la moins appréciée par les deux sexes est *Allium cepa* (Liliacées).

- *L. migratoria cinerascens* préfère les graminées. Les individus de *Locusta migratoria* ont un spectre alimentaire basé sur les graminées, *S .vulgare, M. multiglorum et H. vulgare* (Sid.Amar, 2008). D'après Chapman et Joern (1999) in Sid Amar (2008), la sous espèce *cinerascens* est graminivore dans les périmètres irrigués du Sahara algérien. Allal Benfekih (2006) signale que le Sorgho est le plus appétant dans les périmètres irrigués dans la région d'Adrar. *S. vulgare et L. multiflorum* sont préférés par *L. m. cinerascens* à cause de leur composition biochimique riche en lysine.

5 – Effets de *Metarhizium anisopliae* sur quelques paramètres bio-physiologiques :

L'équipe LUBILOSA (Lutte Biologique contre les Locuste et les Sauteriaux) a choisi
M. anisopliae var. acridum en raison de sa présence très répandue au Sahel où il a coévolué avec les sauteriaux et les criquets devenant ainsi spécifique à leurs hôtes ne pouvant pas infecter les insectes non visés. C'est aussi une souche très virulente. C'est ainsi que LUBILOSA a développé un biopesticide sous le nom de « Green Muscle » à base de formulation huileuse de spores de cet entomopathogène. La dose actuellement préconisée pour *S. gregaria* est 2,5 x 1012 condies / l.
Metarhizium anisopliae var. acridum a été testé sur le criquet pèlerin. L'étude a porté notamment sur son efficacité et son effet sur quelques paramètres biologiques et physiologiques de cet acridien.
Avec le « Green muscle » à la dose de 14x108 spores /ml, nous avons noté au 6ème jour une importante baisse du rythme respiratoire passant de 88 à 19 ouvertures par mn chez les femelles et de 78 à 14 chez les mâles. Il en est de même pour le rythme cardiaque qui passe de 73 à 22 et de 81 à 24 battements / mn respectivement chez les femelles et les mâles, jusqu'à l'annulation qui est suivie par la mort de l'insecte quelque soit le sexe, (Hémour , 2005).
Au niveau de l'hèmolymphe, une forte activité toxicogène des cytoparasites a été détectée se traduisant essentiellement par des altérations structurales marquées totalement absentes chez les témoins. Les hémocytes atteints se rétractent, leur contenu cytoplasmique est déversé et des amas de spores sont observés, leur nombre assez élevé pourrait être à l'origine de la mort des criquets par septicémie. Notons aussi que le traitement a sévèrement diminué le nombre des hémocytes (prohémocytes, plasmatocytes et granulocytes), (Doumandji-Mitiche et *al.,* 2006).

Les taux d'éclosion des œufs traités par pulvérisation de l'inoculum sur le sable, à une dose de 4,106 spores /ml est de 40% alors qu'il atteint 90% chez les témoins. Ce taux atteint 13,33% lorsque le traitement est fait directement sur les œufs le jour même de la ponte, (Outtar, 2006).
Sur terrain, la mortalité variait de 60 à 90 % tandis qu'elle ne dépassait pas 11% chez le témoin (Kooyman et *al.,* 2005).

Fig. 3: Criquet pèlerin infecté par *Metarhizium anisopliae var. acridum*

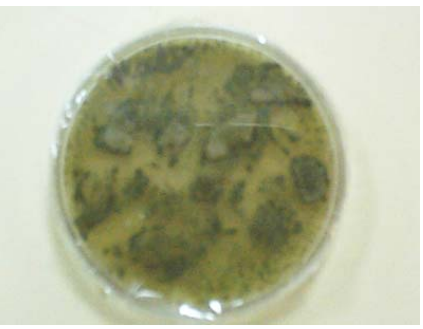


Fig. 4: Souche fongique de *Metarhizium anisopliae var. acridum*

CONCLUSION

L'irrigation à grande échelle des terres arides, bouleverse les conditions physiques et transforme totalement la végétation (Ould El Hadj, 2002). L'homme crée de ce fait un site privilégié où le maintien d'une végétation turgescente est possible, alors qu'à la périphérie les plantes sauvages sont réduites à l'état de chaumes ou sont fanées. Il se forme donc un effet d'oasis qui a pour conséquence de permettre aux acridiens de s'installer et se reproduire. Ceci nous a poussé à inventorier les espèces orthoptérologiques à Adrar de 1993 à 2008, et à nous intéresser plus spécialement aux 2 espèces grégrariaptes, *Schistocerca gregaria* et *Locusta migratoria cinerascens.*
Nous avons pu inventorier 29 espèces d'orthoptères au niveau des cultures céréalières sous pivots et des cultures maraîchères avoisinantes.
L'étude des indices morphométriques de *S. gregaria* et *L. migratoria* nous a permis de conclure que : *S. gregaria* a été rencontrée à l'état solitaire, transiens et grégaire au cours de nos années d'observation. Par contre, *L. m. cineracens* se rencontre surtout à l'état solitaire avec quelques individus transiens.
L'étude du régime alimentaire de ces 2 acridiens nous révèle que *L. m. cinerscens* est graminivore dans les périmètres irrigués d'Adrar. Par contre

S. gregaria consomme des espèces végétales appartenant à plusieurs familles botaniques avec néanmoins une préférence pour les graminées.
L'étude de l'effet du *M. anisopliae var. acridum* montre que cet entomopathogène a un effet remarquable sur la biologie et la physiologie de l'insecte notamment sur la respiration, le rythme cardiaque et a aussi un effet ovicide.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALLAL-BENFEKIH L., 2006 – *Recherches quantitatives sur le criquet migrateur Locusta migratoria (Orth. Oedipodinae) dans le Sahara algérien. Perspective de lutte biologique à l'aide de micro organismes pathogènes et de peptides synthétiques.* Thèse de doctorat d'état en Sciences agronomiques, Inst.nat. agro., El-Harrach, Alger, 140 p.

BUTET A., 1985 – Méthode d'étude du régime alimentaire du ravageur polyphage (*Apodenus sylvaticus* L, 1758). *Mammalia , T.* 49 (4) *:* 455 – 483.

CHERIEF A., 2000 - *Etude bioécologique du criquet pèlerin, Schistocerca gregaria Forskâl, 1775 (Orthoptera, Acrididae) dans la région d'Adrar . Etude de la morphométrie, du régime alimentaire au laboratoire.* Thèse magister sc. agro., inst. nat. agro., El-Harrach, Alger, 131p.

CHOPARD L., 1943 – *Orthoptéroides de l'Afrique du Nord. Faune de l'empire français*. Ed. librairie Larose, Paris , 447 p.

DOUMANDJI-Mitiche B., Doumandji S., Kadi A., Kara F.Z., et Saharaoui l., 1999 – Orthopterological fauna of sowe algerian oases (Béchar, Adrar and Tamanrasset). *Med. Fac. Landbouw. Univ. Gent* 64 / 3a , pp 149 – 153 .

DOUMANDJI-Mitiche B., Doumandji S., Kaidi N. et Hémour S. I., 2006 - Effet de deux champignons entomopathogènes *Beauveria bassiana* et *Metarhhizium anisopliae* sur quelques paramètres physiologiques du criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* (Forskal, 1775). VIème *Conférence Internationale Francophone d'Entomologie, Rabat (Maroc)*, 2-6 *juillet* 2006, p.74.

DURANTON J.P et Le Coq M., 1990 – *Le criquet pèlerin au Sahel*. Ed. Cirad / Prifas, Montpellier, Coll. acrid. Opér., n°6, 183p.

Ghaout S., 1990 – *Contribution à l'étude des ressources trophiques de Schistocerca gregaria (Forskal) (Orthoptera, Acrididae) solitaire en Mauritanie occidental et Télédétection de ses biotopes par satellite.* Thèse Doc. Es Sciences, Univ. Paris sud, Orsay, 235 p.

HEMOUR S., 2005- *Etude morphométrique et effet de deux champignons entomopathogènes Beauveria bassiana et Metarhizium anisopliae var. acridum (Hyphomycètes, Deuteromycotina) sur quelques paramètres physiologiques de Schistocerca gregaria Forskal, (1775) (Acrididae,*

Cyrtacanthacridinae). Mémoire ing. agro., Inst. nat. Agro., El-Harrach, Alger, 103 p.

KARA F.Z., 1997 – *Etude de quelques aspects écologiques et régime alimentaire de Schistocerca gregaria (Orthoptera, Cyrtacanthacridinae) dans la région d'Adrar et en conditions contrôlées.* Thèse magister sc. agro., Inst. nat. agro., El-Harrach, 182 p.

KHERBOUCHE Y., 2006 – *Etude de quelques aspects bioécologiques de la sauterelle pèlerine , Schistocerca gregaria (Forskâl, 1775) (Acrididae, Cyrtacanthacridinae) dans la région d'Adrar (Sahara , Algerien)*. Thèse magister sc. agro. , Inst. nat. agro., El-Harrach , 155 p.

KOOYMAN C., Ammati M., Moumène K., Chaouch A. et Zeyd A., 2005 - Essai de Green muscle sur les nymphes du criquet pèlerin dans la wilaya d'El Oued, Nord Est Algérien, avril-mai 2005. *Rapport FAO TAC 715, 22 p.*

Ould-EL-Hadj M.D, 2002 – Les nouvelles formes de mise en valeur dans le Sahara algérien et le problème acridien. *Séchesse,* n° 1, vol. 13, pp 37 – 41.

Ould-EL-Hadj M.D, 2004 – *Le problème acridien au Sahara algérien*. Thèse de doctorat d'état en Sciences agronomiques . Inst. nat. Agro, El-Harrach, Alger, 279 p.

OUTTAR F., 2006 - *Effet de deux entomopathogènes, Beauveria bassiana Bals. e Metarhizium anisopliae var. acridum (Hyphomycètes, Deuteromycotina) sur l'état embryonnaire du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskal, 1775) (Cyrtacanthacridinae, Acrididae)*. Mémoire ing. Agro., Inst. nat. Agro., El-Harrach, Alger, 102 p.

SEDDIK A., 1994 – *Développement ovarien et charge alaire du criquet pèlerin Schistocerca gregaria (Forskal, 1775) (Orthoptera, Acrididae) et du criquet migrateur ; Locusta migratoria cinerascens Bonnet et Finot, 1889 (Orthoptera, Acrididae) à Adrar. Cycle biologique du criquet pélerin au laboratoire.* Thèse ing. agro., Inst. nat. agro., El-Harrach , 141 p.

SID AMAR A., 2008 – *Morphomètrie et régime alimentaire du criquet migrateur Locusta migratoria cinerdscens (Linné, 1758) dans la région d'Adrar en 2007 / 2008* Mém. Ing. agro., Inst. nat. agro., El-Harrach, 83 p.

SAUVEGARDE DE L'ABEILLE SAHARIENNE *APIS MELLIFERA SAHARIENSIS* EN ALGERIE (RESULTATS PRELIMINAIRES).

A. MOHAMMEDI [1], M. MALKI[2], H. SALHI[2], M.HAMZAOUI[2], H. DIFALLAH[2]
[1] *: Département de Biologie. Université M'hamed Bouguerra de Boumerdes*
(arezmoh@yahoo.fr)
[2] *: Eleveurs Professionnels*

RESUME
L'abeille saharienne est très peu connue en Algérie. Elle serait un vestige du Sahara fertile. Plusieurs facteurs la mettent en danger comme :

1) le manque de ressources mellifères du à la sécheresse
2) le massacre des colonies par les chasseurs de miel
3) l'empoisonnement dus à la lutte anti-acridienne
4) l'hybridation avec une espèce invasive comme l'abeille du Tell,
5) l'introduction de maladies et de parasites apportés par l'abeille Tellienne
6) les prédateurs comme le guêpier d'Afrique.

Un programme de sauvegarde de cette abeille par une multiplication intensive est mené en Algérie.
Mots clés : *Abeille saharienne, Apis mellifera sahariensis, Abeille Tellienne, Apis mellifera intermissa, Elevage de reine*

SUMMARY
In Algeria, Few beekeepers know the Saharian bee. It is a relict when the Sahara was still a green savanna. This bee is present in the Saharian atlas which is the border between Algeria and Morocco.
The rarity of this bee is caused by some factors such as:

1) The scarcity of the honey flow
2) Destruction of feral colonies by honey-hunters
3) Poisoning from pesticides
4) Hybridization with the Tellian bee,
5) Diseases and pests of honeybees
6) Predators as bee-eaters (genus merops)

The purpose of our program is to save the Saharian bee by increasing the number of colonies.
Key words : Saharian bee, *Apis mellifera sahariensis*, Tellian bee, *Apis mellifera intermissa*, Queen rearing.

INTRODUCTION

Les apiculteurs algériens élèvent une abeille de couleur noire qu'on appelle communément « la Tellienne ». Comme son nom l'indique, son aire naturelle est le Telle. Dans les régions les plus mellifères, on peut obtenir des récoltes de miel très importantes. Elle a l'inconvénient d'essaimer beaucoup et d'être relativement très agressive.

Très peu d'apiculteurs connaissent par contre l'abeille du Sahara ou des Oasis. Elle serait un vestige de l'époque où le Sahara était fertile (Ruttner, 1988). Elle n'existe que dans une partie de l'Atlas saharien qui fait frontière entre le Maroc et l'Algérie (Haccour, 1961)

Si les apiculteurs algériens ne connaissent pas cette abeille, c'est parce qu'elle est très rare. Les observations sur terrain nous ont permis de comprendre pourquoi cette abeille n'est pas très répandue.

Il s'agit en effet de facteurs qui freinent considérablement son développement comme :

1) le manque de ressources mellifères du à la sécheresse
2) le massacre des colonies par les chasseurs de miel
3) l'empoisonnement dus à la lutte anti-acridienne
4) l'hybridation avec une espèce invasive comme l'abeille du Tell,
5) l'introduction de maladies et de parasites apportés par l'abeille Tellienne
6) les prédateurs comme le guêpier d'Afrique.

La mesure la plus urgente à tenir pour sauvegarder cette abeille consiste à la multiplier massivement. Pour cela, on utilisera une technique de multiplication très efficace. C'est l'essaimage artificiel avec introduction de reine saharienne fécondée naturellement.

MATERIEL ET METHODE

Dans la région de Aïn Sefra, une souche d'abeille saharienne logée dans une ruche traditionnelle a été transvasée dans une ruche moderne de type Langstroth. Cette opération nous permettra d'accéder au couvain à tout instant. Une semaine après cette opération, nous avons ouvert la ruche pour vérifier la présence de la reine. La présence d'œufs ou de jeunes larves en est le meilleur témoin. Un cadre vide de cire bâtie a été introduit au milieu de la colonie pour inciter la reine à y pondre. Afin de stimuler la ponte, nous avons donné à la colonie 0,5l de sirop de sucre (50%/50%).

Vingt quatre heures après l'introduction du cadre bâti, ce dernier contenait dans chaque cellule un œuf âgé de 24H au maximum. Une ruchette contenant un essaim orphelin sur trois cadres a été utilisée pour transporter le cadre d'œufs de saharienne de la région de Aïn Sefra vers la Mitidja.

A l'éclosion de jeunes larves, nous avons procédé à la technique d'élevage de reine dans trois colonies de Telliennes.

Le principe de l'élevage de reine consiste à mettre les abeilles dans des conditions d'orphelinage de manière à ce qu'elles acceptent d'élever une ou plusieurs reines (Vuillaume, 1962)
La technique d'élevage que nous avons adoptée est celle de Laidlaw et Eckert (1962). Cette méthode consiste à partager une colonie en deux compartiments par une grille à reine : une partie orpheline, prête à recevoir les larves à élever et une autre partie contenant le reste de la colonie avec la reine. Après la préparation de la colonie éleveuse, on procède au greffage des larves. Il s'agit de transporter une jeune larve d'ouvrière âgée de 12h à 24h, de sa cellule vers une cupule en plastique de dimensions similaires à celles d'une cellule royale.
L'élevage a été réalisé durant la deuxième moitié du mois de Mai de l'année 2006.
Pour obtenir le maximum de reines sans nuire à leur qualité, nous avons utilisé trois éleveuses. Chaque éleveuse a reçu trente cupules contenant chacune une larve de saharienne.
***Première sélection* :** Quarante huit heures avant leur éclosion, les cellules sont retirées des colonies éleveuses et pesées individuellement à l'aide d'une balance de précision. Cette première sélection nous permettra d'éliminer les petites cellules royales et de ne garder que celles qui affichent un poids égal ou supérieur au poids moyen. Les cellules sélectionnées seront introduites chacune dans une cagette grillagée et mise en incubation dans une couveuse artificielle à 34°C et 70% d'humidité jusqu'à leur naissance.

***Deuxième sélection* :** A la naissance des reines, on procède à une sélection visuelle basée sur la couleur. Toute reine de couleur noire est écartée. On ne garde qu'une reine de couleur orange-jaune.
Formation des nucléi : Sur la base du nombre de reines vierges retenues, on confectionnera le nombre de nucléi de fécondation nécessaires. Chaque nucléi est composé de quatre compartiments d'abeilles isolés l'un de l'autre. Chaque compartiment d'abeilles est destiné à accueillir individuellement une reine vierge. Une fois introduites dans les nucléi, les reines vierges sont acheminées vers Aïn Sefra pour l'étape de la fécondation.
Contrôle de la fécondation : Quinze jours après l'introduction des reines vierges dans le nucléi, on procède au contrôle de la fécondation. La présence d'une ponte régulière (œufs ou larves) indique que la reine a été fécondée.

RESULTATS ET DISCUSSION

Taux d'acceptation des cellules

Sur 90 cellules greffées, on a obtenu 74 cellules acceptées soit une taux d'acceptation de 82%. Sur l'ensemble de ces cellules acceptées, 69 sont arrivées à terme, c'est-à-dire qu'elles ont été operculées soit un taux de 93% sur les cellules initialement acceptées (Tableau I)

Tableau I : Taux d'acceptation des larves greffées et d'operculation de cellules mûres

Eleveuse N°	Nombre de Larves greffées	Nombre de larves acceptées	Taux d'acceptation (%)	Nombre de Cellules royales operculées	Taux d'operculation (%)
N°1	30	25	83,3%	25	100%
N°2	30	23	76,6%	20	87%
N°3	30	26	86,6%	24	92,30%
TOTAL	90	74	**82,2%**	**69**	**93,25%**

Première Sélection (poids des cellules royales) et deuxième sélection (couleur)

Le poids moyen d'une cellule mûre est de 1,26gr. Le poids maximum est de 1,69gr alors que la cellule la plus légère est de 0,84gr,

Nous avons retenu toute cellule mûre qui avait un poids égal ou supérieur à 1,26gr. Sur les 69 cellules mûres, nous avons retenu 33 cellules.

De ces 33 cellules closes ont donné 11 reines noires et 22 reines jaunes. Nous avons donc éliminé les 11 reines noires (Tableau II)

Tableau II : Nombre de cellules mûres retenues sur la base du poids et taux de reines jaunes écloses

Eleveuse N°	Cellules retenues Après 1ère sélection	Nombre de reines Jaunes vierges	Taux de reines jaunes (%)
N°1	12	09	75%
N°2	11	07	63,63%
N°3	10	06	60%
TOTAL	**33**	**22**	**66,66%**

Fécondation

Sur 22 reines vierges mises à la fécondation, 20 reines ont été fécondées et 02 reines sont stériles.

CONCLUSION

Cette première multiplication de reines sahariennes a été réalisée avec succès. Chaque étape de cette expérience a présenté néanmoins des difficultés inhérentes à la race elle-même ou aux conditions de terrain parfois difficiles. Sur 90 larves utilisées, on a obtenu 20 reines fécondées de couleur jaune. Nous avons procédé à une sélection sévère des reines sur leur poids et leur couleur. Nous avons choisi celles qui étaient les plus lourdes car une reine lourde est une reine de très bonne qualité. Pour la couleur cela ne nous donne pas la garantie que la reine est saharienne à 100%, elle peut être hybridée à des taux différents. Un peu moins de la moitié des reines obtenues étaient de couleur noire. Cela indique bien que la Tellienne est une race invasive dans la région de Aïn Sefra. Il faudrait procéder à la mise en place d'un conservatoire de l'abeille saharienne en commençant par interdire l'introduction de la tellienne dans le berceau de la saharienne. A terme, cette abeille fera l'objet de croisement avec l'abeille Tellienne dans des conditions contrôlées afin d'atténuer l'agressivité de l'abeille du nord et aussi de profiter d'un effet hétérosis pour la production de miel (Adam, 1985).

REMERCIEMENTS
Toute l'équipe remercie l'Observatoire National de l'Environnement et de Développement Durable (ONEDD) pour son soutien financier du projet.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADAM, 1985. *Les croisements et l'apiculture de demain*. Syndicat National d'Apiculture. 124p
HACCOUR, P. 1961. Recherches sur l'abeille saharienne au Maroc. *La Belgique Apicole*. 25 (1-2) p 13-18
LAIDLAW H.H, ECKERT, J.E. 1962. *Queen-rearing*. University of California Press. 199p
RUTTNER, F. 1988. *Biogeography and Taxonomy of Honeybees*. Springer-Verlag. New- York 198p
VUILLAUME, P. 1967. Elevage de reines. *Annales de l'abeille*. P 1-9

LE GHOUT DANS LE SOUF; ETAT D'UN SYSTEME INGENIEUX.

A. SENOUSSI [(1)] et I.LEGHRISSI [(2)]
(*1) , Laboratoire Bioressources Sahariennes, U.K.M.OUARGLA (2) Département des Sciences Agronomiques, U.K.M.OUARGLA*
E-mail : SENOUSSI.HAKIM@yahoo.fr

RESUME
Le Souf cette région agro-écologique est une illustration modèle de sa géométrie agraire hors du commun et où le génie local s'est fortement distingué par son savoir local inouï répondant favorablement à la réalité saharienne où il a su mettre depuis des millénaires d'ingénieuses techniques, en matière de gestion de l'espace. En effet, le *ghout*, ce cratère agraire demeure jusqu' à nos jours un système qui incarne une durabilité où le producteur local se caractérise par sa sagesse et sa parfaite connaissance du milieu dans lequel il vit.
La présente étude se veut établir un état des lieux à travers 5 zones approchées de la grande région agro-écologique, à savoir Kouinine, Guémar, Réguiba, Mih Ouensa et Bayada. Nos investigations de terrain révèlent que c'est sous l'effet conjugué de l'extension urbaine et du problème de remontée de la nappe phréatique que le système *ghout* est actuellement en phase agonisante ; l'ennoiement d'un nombre important soit 21,50%, l'agonie de 16,23 %, l'humidité de 17,47% et la mort de 6,48% de l'ensemble des *ghouts* approchés.
Le début de disparition du système *ghout* (zone de Bayada) ne sous entend-il pas le commencement de disparition d'une civilisation agraire qui a marqué l'histoire d'une région aride ? Cette situation ne compromet-elle pas l'avenir du patrimoine phœnicicole dans le Souf ? Cette situation, de décadence, s'est répercutée négativement sur le fonctionnement ordinaire des *ghouts* où on relève un certain nombre de contraintes pesantes et qui se résument en : vieillissement des pieds de dattiers en l'absence de stratégies de rajeunissement et de revivification, absence des opérations culturales, exode de la main-d'œuvre vers d'autres secteurs d'activité plus rémunérateurs et désaffection des jeunes pour la phœniciculture, vieillissement de la main-d'œuvre en l'absence d'une relève et rareté de l'entraide sociale.
Des solutions remédiatives (agronomique ou biologique), la création de nouveaux pôles satellitaires sont autant d'actions pratiquement faisables peuvent être envisagées.
Mots clés : *Souf, Agriculture Saharienne, Ghout, Système Ingénieux.*

INTRODUCTION.

Le palmier dattier est la première source de revenu et de subsistance pour les Soufis, une espèce adaptée aux conditions du milieu. Les différents types de plantations demeurent pour toujours une géométrie agraire des plus originales. Elles sont un véritable régulateur écologique. La palmeraie est une occupation spatiale qui signifie une représentation d'un antique territoire phoenicicole. Les acteurs ne sont autres qu'un générateur, porteur de coutumes agraires inouïes (SENOUSSI, 2000).

Le *Ghout* désigne, la cuvette, l'entonnoir, le trou creusé à la main (BATAILLON, 1955). C'est une technique de culture de palmiers propre à la région du Souf. Les palmiers sont implantés par groupe de 20 à 100 palmiers au centre d'une cuvette artificielle d'une profondeur de 10m et d'un diamètre de 80 à 200m et dont le fond a été amené à moins de 1m au dessus de la nappe phréatique. Les oasiens creusent progressivement dans le sol afin que les palmiers aient constamment leurs racines dans l'eau, ils n'ont pas besoin d'irrigation (REMINI, 2004). L'entretien du *Ghout* est permanent, il est pris en charge par l'ensemble de la famille et cela d'une génération à une autre.

Chacune de variétés, sélectionnée depuis des siècles répond à un besoin précis pour les populations : consommation fraîche, conservation, transformation et alimentation du bétail. Elles sont différentes par le goût, la couleur et la forme. Ce qui a mené NAJAH, (1971) à dire que le *Ghout* fournit les meilleures dattes au monde de par la qualité biologique et sa résistance dans le transport et autres conservations**.**

La diversité variétale non seulement elle est riche mais aussi à une production étalée sur plusieurs mois du fait de l'existence de nombreux cultivars précoces qui commencent à mûrir dès le mois de juillet, et des variétés très tardives qui ne sont récoltées qu'au mois de décembre (I.N.R.A.A., 2005). Sous le palmier pousse des arbres fruitiers tels le citronnier, le jujubier, l'amandier, le pêcher, l'abricotier, le pommier, le prunier, l'olivier, le cognassier, le grenadier, le figuier, la vigne et l'oranger. En périphérie des *Ghouts*, des Eucalyptus, Tamarix, Cyprès, Pin d'Alep et les Acacias. La strate la plus basse du *Ghout* est occupée par des cultures potagères : carotte, pomme de terre, navet, courge, melon, pastèque, oignons, poivron et également des fourrages : orge, à double fin, en vert, pour les animaux domestiqués et en graines pour l'alimentation humaine et animale. Les habitants sont de grands consommateurs d'épices, c'est pour cela qu'on retrouve dans les *Ghouts* de petits carrés de coriandre, de fenugrec, d'anis vert et de nigelle. La région produit également du Henné (variété locale) et du tabac à priser dont les premières plantations remontent à la fin du XVIIème siècle et à partir du XIXème siècle le tabac était déjà

l'objet d'exportation vers les pays voisins (Maroc, Tunisie) (VOISIN, 2004).

I. LE GHOUT, ENTRE LUTTE PERMANENTE ET SAVOIR-FAIRE INOUÏ.

Au milieu des dunes, l'homme a réussi à créer des jardins et des palmeraies. Par couffins transportés à dos d'homme ou chargés sur des ânes, les Soufi ont enlevé du fond des vastes entonnoirs, le sable jaune pâle que le vent ne tarde pas à y faire redescendre. On trouve une technique particulière au groupe de Guémar- Taghzout (Z II), pour remonter le sable lorsque on creuse un *ghout*, on n'utilise pas le couffin porté à dos d'homme comme ailleurs, mais une couverture fixée sur le dos : ″le jenah″.

Petit à petit cependant, le sable doit être enlevé jusqu'à ce que le fond du trou soit amené à un mètre au dessus de la nappe phréatique ; ils ont ainsi leurs racines dans l'eau, ce qui supprime l'irrigation, mais ce qui impose un travail d'entretien permanent. (VOISIN, 2004).

Pour mener cette lutte constante, les gens du pays obéissent à un spécialiste respecté : le Fellah. Ce dernier est un homme qui connaît parfaitement l'action du vent sur le sable, il est dépositaire des coutumes juridiques, où tout est verbal, et des coutumes techniques. C'est lui qui tranche les litiges entre les propriétaires mitoyens, c'est lui qui indique aux agriculteurs l'emplacement de leurs futurs jardins. C'est sur ces indications que sont placées les rangées de palmes de protection (Zarb) qui, soit en lignes parallèles, soit en demi cercle, sont enfoncées au bord des *ghouts* de façon que le vent dominant n'ensable pas le fond de la palmeraie, il désigne l'endroit où sera déversé le sable de remontée. Il indique également où et comment devra être établi le système de protection contre l'ensablement des *ghouts,* nommé Bernoussa, car il s'agit de protéger sa palmeraie, il ne faut pas ensabler les autres. Il peut faire enlever les haies trop hautes, niveler les dépôts trop importants, ou modifier les courbures néfastes quelque soit l'avis des propriétaires. Le Fellah est respecté et craint par tous.

Les propriétaires creusent un trou pour une dizaine de palmiers et agrandit ensuite latéralement le trou existant pour planter d'autres palmiers au lieu d'en creuser un nouveau. Le travail de remontée du sable provenant des trous de plantation et d'agrandissement est confié à une armée de Rammala (Sabliers) qui, jour et nuit, portent le sable sur des couffins.

La lutte contre le sable est un combat sans fin et la victoire doit toujours revenir au Soufi. (VOISIN, 2004).

La clé du caractère durable du système *Ghout*, ce sont les interactions humaines ayant façonné cet agrosystème, afin de couvrir les besoins des populations. L'homme par sa persévérance, ses efforts, sa technicité, et son ingéniosité a pu domestiquer l'hostilité du milieu (sable, vents, sécheresse, fortes chaleurs en été…etc.) en une œuvre inouïe par son unicité et son

originalité, formant cet espace vivant dans lequel vit une société oasienne refuge pour la biodiversité agricole dans un environnement contraignant. Les plantes autochtones et cultivées trouvées dans les *Ghouts* sont très connues pour leur caractère d'adaptation aux conditions défavorables. Les espèces et variétés ont été minutieusement choisies dans les écosystèmes naturels ou bien correspondant à des introductions faites par l'homme à travers des siècles d'expérimentation. Cette diversité et le savoir faire y afférent est un acquis fondamental pour les habitants de l'oasis, et une source de ressources. Cette technique du *Ghout* révèle un lieu de développement de tout un savoir faire inédit ; c'est une intelligence ancestrale de l'homme soufi, et qui ne peut être comparée qu'avec celle des pharaons dans la construction des pyramides.

II.MATERIEL ET METHODES.

L'approche empruntée vise à démontrer la pertinence d'une étude systémique des évolutions agronomique, économique et sociale mises en évidence dans cette région. Ainsi il s'agit de procéder en une analyse diagnostic à différentes échelles : régionale-zone-palmeraie-exploitation-parcelle. Pour atteindre les objectifs escomptés et de bien mener notre travail d'investigation, on a choisi les zones qui nous paraissent représentatives de l'ensemble de la région agro-écologique, en tenant compte de certains critères à savoir : les potentialités agricoles locales, situation et devenir du système *ghout,* la dynamique d'acteurs locaux et la nouvelle mise en valeur. C'est ainsi que 5 zones représentatives de la région ont été choisies.

II.1. Echantillonnage

Ce travail a été réalisé à partir d'enquêtes effectuées auprès des agriculteurs de la région. Une série d'entretiens semi-directifs ont été menés ponctués par des observations sur sites et ce dans la perspective de répondre aux différentes interrogations relatives à la situation de l'agriculture dans son ensemble et à l'état du système ghout en particulier à travers les 5 zones considérées. Nous avons constitué d'abord un échantillon de 100 exploitations agricoles. L'échantillonnage d'une zone est réparti selon le type d'exploitation, ancienne *« ghout »* ou nouvelle « mise en valeur » (voir tableau N°1).

Tableau N°1 : Récapitulatif de l'échantillonnage effectué

Zones		Zone I Kouinine	Zone II Guémar	Zone III Réguiba	Zone IV Bayada.	Zone V Mih Ouensa	Total
Nombre d'exploitations totales		800	2106	2959	1005	854	7724
Nombre d'exploitations approchées		20	20	20	20	20	100
% exploitations approchées		2,5%	0,95 %	0,67%	1,99%	2,34%	1,29%
Type d'exploitation	Ghout	10	10	8	8	13	49
	Nouvelle Mise en Valeur	10	10	12	12	7	51

III.RESULTATS ET DISCUSSIONS.

A la lumière des investigations de terrain, on a tenté de décrypter ce système en établissant un état de ses lieux, les contraintes qui sillonnent tout au tour et quelles sont les possibilités à entreprendre des actions remédiatives.

III.1.Situation de la nappe phréatique.

Comme souvent dans les régions arides, tout réside dans le rapport alimentation/évacuation. Les oasiens le savent bien et lient toujours traditionnellement le drainage à l'irrigation. Le Souf a l'avantage de disposer de trois nappes d'eau : phréatique, profonde et très profonde. C'est le jeu réciproque entre ces trois nappes qui pose problème (COTE, 2006). Problème auquel font face les systèmes *ghouts*. En effet, ces derniers sont confrontés au phénomène de la remontée des eaux depuis une trentaine d'année et ne cesse de prendre de l'ampleur chaque année (REMINI, 2004). L'eau qui jadis, a fait naître le palmier, aujourd'hui l'étouffe. Le Souf souffre actuellement des conséquences négatives de la remontée des eaux de la nappe phréatique, qui a engendré l'inondation de la quasi-totalité des

ghouts ainsi que les zones basses de la ville et sa périphérie. Les premières apparitions de ce phénomène remontaient à l'année 1969 et ont pris de l'ampleur dans les années 80, en raison d'une forte expansion démographique et d'un développement urbain anarchique venant perturber l'équilibre naturel qui existait auparavant. En plus de l'usage d'irrigation naturelle, la nappe phréatique était l'unique ressource pour l'approvisionnement en eau potable de la population et les animaux, ainsi que pour l'arrosage des cultures vivrières (10.000 puits traditionnels environ) (ANRH, 2003)

III.1.2.Niveau de la nappe phréatique dans les *ghouts*.

Le phénomène de la remontée de la nappe est apparu aux portes immédiates de la ville d'El-Oued, puis l'auréole a agrandi, au point de toucher aujourd'hui la moitié Sud du Souf, de Kouinine à Nakhla. (COTE, 1998).

Nos investigations de terrain et à travers des relevés des niveaux piézométriques durant la période printanière ont donné lieu aux résultats récapitulés dans le tableau N°2 :

Tableau n°2 : Niveau de la nappe phréatique

		Zones					Région
Paramètre	**Classe**	**Z I**	**Z II**	**Z III**	**Z IV**	**Z V**	
Niveau de la nappe phréatique	**<40 cm**	40.5%	32%	18.5%	23.6%	50%	32.92%
	[40-80cm]	30%	18%	20%	19%	28%	23%
	[80cm-1,50m]	22.5%	22.5%	21.5%	28.4%	22%	23.38%
	>1,50 m	7%	27.5%	40%	29%	0%	20.7%

En fonction du niveau de la nappe phréatique par rapport à la surface du sol, on distingue les classes suivantes :

III.1.2.1. Première classe (< à 40 cm).

Dans 32,92 % de l'ensemble des *ghouts* approchés, le niveau de la nappe phréatique ne dépasse pas les 40 cm de profondeur. Cette proportion est importante dans les zones I et V avec respectivement 40,50 % et 50 %, alors qu'elle est moins importante dans la zone II avec 32 %, et faible dans les zones III et IV.

Les zones I et V sont les plus touchées par la remontée de la nappe, la zone I se situe dans la partie Est de la région du Souf. Ce qui sous entend qu'en

empruntant la direction Est Nord-Ouest, le phénomène est de moins en moins important.

III.1.2.2 Deuxième classe ([40- 80 cm]).

Dans 23 % des ghouts approchés, le niveau de la nappe phréatique est compris entre 40 et 80cm. La proportion est élevée dans les zones I et V avec respectivement 30 %, et 28 %. Par ailleurs, elle est relativement proche dans les trois autres zones (Z II, Z III et Z IV) avec respectivement 18 %, 20 % et 19 %.

A partir de ces résultats, on peut dire que les zones I et II sont les plus menacées par le phénomène de la remontée de la nappe phréatique.

III.1.2.3. Troisième classe (Entre 80-150 cm).

Dans 23,38% du total des *ghouts* approchés, le niveau de la nappe phréatique est compris entre 80- 150 cm. Cette proportion est proche d'une zone à l'autre, hormis la zone IV où on enregistre une relative importance avec 28,4 %.

III.1.2.4. Quatrième classe (supérieur à 150 cm).

Dans 20,7 % du nombre total des *ghouts* où le niveau de la nappe phréatique dépasse les 150 cm. Ce pourcentage est le plus faible par rapport aux deux autres précédents. Cette proportion est importante dans la zone III avec 40 %, moins importante dans les zones II et IV avec respectivement 27,5 et 29%, elle est très faible dans la zone I avec 7 %, alors qu'elle est nulle dans la zone V.

D'une manière générale, les quatre situations montrent qu'il y a un rapprochement (émergence dans certains cas) du niveau de la nappe phréatique par rapport à la surface du sol dans la plupart des *ghouts* visités. Les causes de la remontée des eaux de la nappe phréatique du Souf sont multiples et se résument principalement en l'accroissement des besoins en eau potable et les rejets des eaux usées, le transfert des eaux des nappes profondes (CT, CI) vers les nappes superficielles par l'intermédiaire de la vétusté des forages anciens, l'irrigation, la pluie et le manque d'exutoire naturel proche de la région et finalement l'absence d'un réseau d'assainissement.

III.3. Etat des *ghouts* dans le Souf.

L'état des *ghouts* dans la région d'étude avait amené COTE (1998) à dire que 500 à 600 *ghouts* sont noyés et que 60 000 palmiers sont morts. La situation est plus spectaculaire qu'elle touche la partie Sud du Souf, celle des plus grands *ghouts* profonds développés au milieu des hautes dunes, où il n'existe pas d'activités de remplacement.

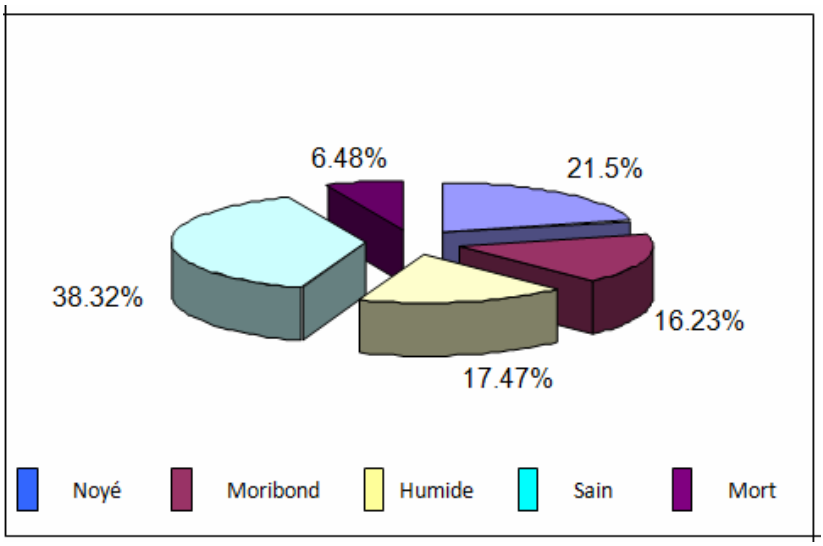


Figure N°1 : Etat des ghouts dans les 5 zones enquêtées

Les investigations du terrain dans le souf révèlent 5 états des *ghouts*, élucidés, notamment à travers la figure N°1, et se résument en :

III.3.1. Ghouts ennoyés (inondés).

21.50 % du total des *ghouts* approchés sont des ghouts ennoyés, ce sont des *ghouts* caractérisés par : Une absence de l'exploitant au sein du *ghout* ; colonisation des *ghouts* par les roseaux (les roseaux prennent la place des palmiers dattiers) ; Salinité très élevée des sols ; des palmiers dattiers en très mauvais état ; absence des opérations culturales ; un nombre important de pieds dépéris.

Ces *ghouts* sont dans la majorité des cas abandonnés. La proportion des *ghout*s noyés est différente d'une zone à l'autre, elle est très importante dans la zone cinq avec 38,33 %, 28,5 % dans la zone I. par contre elle est faible dans les zones III et IV avec respectivement 9,66 et 11%.

Ce sont généralement des *ghout*s périurbains où les eaux domestiques et les rejets industriels se sont accumulés. Les racines superficielles des palmiers sont complètement noyées dans l'eau de la nappe, ce qui entraîne inévitablement leur asphyxie et donc la mort des palmiers dattiers.

III.3.2. *Ghouts* Moribonds.

Cette classe représente 16,23 % du nombre total des *ghouts* approchés. Ce sont des *ghouts* envahis par les roseaux, inondés dans certaines parties les plus basses. Les palmiers sont en mauvais état suite à l'absence d'opérations culturales. Ces *ghouts* agonisants risquent d'ennoyer s'il n'y a pas une intervention dans des courts délais. Cependant, sur les pourtours

élevés de ces *ghouts*, des palmiers restent vivants et ne présentant aucun symptôme de dépérissement.
Les proportions sont identiques dans les zones I et V avec 20 %., alors qu'elles sont de 16,14 % dans la zone II et 12,50 % dans les zones III et IV.

III.3.3. *Ghouts* humides.

17,47 % du total des *ghouts* visités se trouvent à l'état humide. Les proportions sont proches dans les cinq zones, 16 % dans la zone I, 17 % dans la zone II, 17,33 % dans la zone III, 19 % dans la zone IV et de 17,50 % dans la zone V. Les cratères agricoles sont peu envahis par les roseaux avec une faible production des palmiers dattiers et une irrégularité dans la réalisation des différentes opérations culturales.

III.3.4. *Ghouts* sains.

Cette classe représente 38,32 % du nombre total des *ghout*s visités. Ces *ghouts* sont généralement loin des agglomérations où les exploitants sont omniprésents, les palmiers sont en bon état phytosanitaire et la majorité des pratiques culturales sont appliquées. Seulement 6.51% des *ghouts* de la zone V qui sont sains. Ce qui sous entend que près de 94% sont en voie de décadence, contrairement à la zone III qui enregistre 60.51% de *ghouts* indemnes. Alors que le reste des zones I, II et IV révèlent certaines inquiétudes de leurs état dont les proportions oscillent respectivement entre 30%, 40.6% et 54%.

III.3.5. Ghouts morts.

C'est la classe la plus faible, soit 6,48 %, ce sont des *ghouts* inondés complètement, dont les palmiers ont tous dépéris, la proportion est élevée dans la zone V avec 17,66%. Ces *ghouts* sont généralement devenus des décharges publiques. La zone III demeure l'unique site enquêté, révélateur de l'état intact de ses *ghouts.*
A partir de ces résultats on peut conclure que les zones qui se situent dans la partie Sud du Souf sont les plus touchées de la remontée des eaux à l'instar des zones I et V (Kouinine, Bayada).

III.4. UN NOUVEAU PAYSAGE DES *GHOUTS* : STRATEGIES ALTERNATIVES

Face à cette situation très alarmante, les soufis se sentent étranglés ou bien devant une sorte de disparition d'un système qui a perduré depuis les temps les plus lointains. Le soufi par son savoir-faire n'a pas cru que le *ghout* va disparaître au vu de ses yeux sans qu'il ne réagisse. Pour cela plusieurs stratégies ont été entreprises par les agriculteurs pour remédier à cette situation.
Les stratégies entreprises se résument comme suit :

III.4.1. En zones menacées (non ennoyées).

Le *ghou*t connaît un nouveau souffle en tant que moyen de lutte contre la remontée de la nappe elle-même. Dans les zones menacées par la remontée on procède à deux méthodes :

III.4.1.1. Le remblaiement du fond du *ghout.*

Le remblaiement du fond du *ghout* se fait par une couche de sable neuf de 1 ou 2 m d'épaisseur, de façon à assainir le terrain.

III.4.1.2. Le creusement d'un puits équipé d'une motopompe.

Cette méthode permet de pomper l'eau de la nappe pour la remonter sur des terrains de surface où elle est utilisée pour irriguer des cultures maraîchères. La motopompe permet ainsi d'assainir le fond du *ghout* (palmiers), et de gagner de nouvelles superficies mises en culture. Cette technique du *ghout* dite (rénovée), mise au point par quelques agriculteurs, a été reprise par les services agricoles, qui la diffusent auprès des exploitants, en prenant en charge les frais de remblaiement. 380 ghouts ont déjà été aménagés ainsi, un programme équivalent existe. Ce sont principalement les franges sud de la remontée de la nappe (Secteur Nakhla par exemple) qui sont concernées. Après plusieurs années de fonctionnement, les résultats semblent probants : les *ghouts* rénovés sont asséchés, la production redémarre. Le remède n'est que local, mais il peut être valable s'il s'intègre dans une politique d'ensemble (COTE, 2006).

III.4.2. En zones hors remontées.

Le problème de la remontée ne se pose pas, mais le fort attachement au système *ghout* a fait que les agriculteurs pensent à creuser encore des *ghouts*. Cependant le travail de creusement est nettement différent qu'auparavant du fait de l'indisponibilité de la main-d'œuvre. Le recours aux engins puissants, bulldozer, chargeurs, pelleteuses, permet de suppléer aux problèmes de main-d'œuvre. Ils conviennent bien aux terrains encroûtés de la partie Nord, durs mais cohérents, où les engins peuvent travailler sans problèmes (COTE, 2006).

CONCLUSION

Le paysage ″raconte″ la société. Il enregistre tous ses événements, ses heures et ses malheurs, ses étapes. Il l'inscrit donc dans le temps. Aux quatre coins de la planète, les hommes ont marqué de leur estampille le cadre dans lequel ils vivent. Paysage agraire, urbain, industriel, splendeur de beauté ou balafres écologiques, partout la marque de l'homme est là. Lorsqu'on prend le temps de lire ce paysage, attentivement, comme on lit un ouvrage, on peut retrouver, couche par couche, chacune des composantes qui l'on constitué. A travers lui, avec un peu d'attention, l'on

peut décrypter la société qui l'a crée : société hydraulique des alignements impeccables des rives du Nil, société montagnarde très structurée des versants taillés en escaliers de murette dans le Sud Maghreb, société agropastorale des grands horizons ouverts des hautes plaines. (COTE, 2006).

Le Système *ghout* dans le Souf est un cas concret d'un paysage traditionnel d'une création purement humaine, où les soufis ont pu domestiquer la nature et ont fait de l'Erg un milieu plein de dynamisme. Cependant ce système est actuellement en phase agonisante, n'est-il pas le début de disparition du système *ghout* (zone de Bayada) ne sous entend-il pas le commencement de disparition d'une civilisation agraire qui a marqué l'histoire d'une région aride ? Cette situation ne compromet-elle pas l'avenir du patrimoine phœnicicole dans le Souf ? Cette situation, de décadence, s'est répercutée négativement sur le fonctionnement ordinaire des *ghouts* où on relève un certain nombre de contraintes pesantes et qui se résument en : vieillissement des pieds de dattiers en l'absence de stratégies de rajeunissement et de revivification, absence des opérations culturales, exode de la main-d'œuvre vers d'autres secteurs d'activité plus rémunérateurs et désaffection des jeunes pour la phœniciculture, vieillissement de la main-d'œuvre en l'absence d'une relève et rareté de l'entraide sociale.

Des solutions remédiatives peuvent être envisagées et sont d'ordre :

Agronomique : transfert sur de mini distance des eaux excédentaires du sud vers les secteurs déficitaires du nord. Cela implique une épuration préalable des eaux usées ;

Biologique : plantation d'espèces pompeuses en aval des zones phœnicicole. Les arbres forestiers pourraient absorber l'excès d'eau présent dans le sol. COTE (2006) estime que l'arbre constitue une pompe naturelle et qu'il consomme de 200 à 500 litres par jour, soit approximativement ce qu'un individu adulte évacue chaque jour ;

Création de nouveaux pôles satellitaires : une façon de désengorger les grands centres urbains, de « dépeupler » en créant de nouveaux espaces limitrophes et d'initier par la même des regroupements villageois.

Autant d'actions qui sont pratiquement faisables et qui peuvent être envisagées dans la longue période. En somme, il s'agit de logiques nécessaires pour gérer ces systèmes de production, mais aussi celles liées à l'adoption de stratégies respectueuses de l'environnement et la préservation des ressources.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANRH (2003), Note relative sur les ressources en eau de la wilaya d'El-Oued. 20 p.
BATAILLON C. (1955), Le Souf ; étude de géographie humaine, Alger, Institut de Recherches Sahariennes, Mémoire N°2 140 p.
COTE M. (1998), *Des oasis malades de trop d'eau*, in Revue Sècheresse N°2, vol 3, Edit Eurotext, Paris, pp 85-96.
COTE M. (2006). Si le Souf m'était conté. Edit. Média-Plus Constantine, 2006, 135 p
I.N.R.A.A. (2005), Proposition d'action spécifique pour le système *ghout* d'El-Oued. Institut National de la Recherche Agronomique Algérie.5 p.
NAJAH A, (1971), Le Souf des oasis. Edit. La maison des livres. Alger, 174 p.
REMINI B, (2004), *La remontée des eaux dans la région d'El-Oued*. In Revue vecteur environnement .Canada, Mai 2004. 6 p.
SENOUSSI A., (2000), *Le palmier dattier dans le pays de Ouargla : Eternelle culture et des perspectives de développement inouïes,* communication scientifique in journées d'étude sur la culture du palmier dattier. Laghouat (Algérie),les 22 et 23 novembre 2000 ; 13 p.
VOISIN R. (2004) : Le Souf monographie Edit. El-Walid 2004, 319p

UTILISATION RATIONNELLE DE L'EAU EN AGRICULTURE DANS LES REGIONS ARIDES ET SEMI-ARIDES

A. BOULASSEL[1], B. MOUHOUCHE[2], M. HADDAD[3], A. Z. TARIKT[1], S. TROUDI[1], M. BENSAADIA[4]
1INRAA, Centre Régional d'Oued Ghir 06120 Béjaia Tel. +21330433320 Fax. +21330433362 email: boulassel_ma@yahoo.fr
2INA, Departement Génie Rural, El Harrach, Alger
3INRAA, station de Touggourt ;4Subdivision Taibet, Ouargla

« Nos ancêtres étaient vraiment intelligents : ils ne savaient pas lire et pourtant ils ont mis en place un système de partage de l'eau précis et sophistiqué. » AUBRIOT A., 2004. L'eau, miroir d'une société. Irrigation paysanne au Népal central. CNRS éditions, Paris, 321p.

RESUME

L'Algérie, de par sa situation géographique dans une zone caractérisée par un climat à tendance aride, a connu ces deux dernières décennies une sécheresse endémique, compromettant la régularité de sa production agricole en pluvial.
Cette situation se traduit aussi sur la vie quotidienne du citoyen dont l'eau est devenue l'élément le plus recherché. La situation géographique et les conditions climatiques font de l'irrigation un impératif technique incontournable, pour pallier au déficit hydrique, augmenter et stabiliser la production afin d'assurer une relative sécurité alimentaire. Les retombées économiques de l'irrigation sont indéniables. En fait, les zones irriguées ont joué un rôle primordial, en tant que véritables pôles de développement agricole et rural. Or, les ressources hydriques sont potentiellement limitées, surtout dans les zones semi-arides. La mobilisation des eaux par les moyens technologiques reste relativement faible, malgré les efforts consentis dans ce domaine. La concurrence sur la ressource hydrique entre les différents secteurs utilisateurs ne cesse d'augmenter. Le secteur agricole qui est le plus consommateur de la ressource (à titre indicatif, il faut 1000 à 1500 kg d'eau pour produire un kilogramme de blé) est appelé à une utilisation rationnelle et efficiente de l'eau et sa préservation pour les générations futures.
La présente communication a pour objectif, après une brève synthèse des relations
eau-plante, à répondre a la question centrale : **est-il possible de produire beaucoup en utilisant moins d'eau ?**
Mots clés: *ressource hydrique, utilisation, efficience, production agricole, tlou'e, Algérie.*

INTRODUCTION

Avec des disponibilités en eau limitées, l'irrigation peut accroitre la productivité des cultures et améliorer sensiblement la sécurité alimentaire. Mise au service de l'homme, l'irrigation peut relever le défi de la faim et de la pauvreté. Les retombées économiques de l'irrigation sont indéniables. En fait, les zones irriguées ont joué un rôle primordial, en tant que véritables ≪ pôles de développement agricole et rural.

Mais, la gestion de l'utilisation de l'eau en agriculture demande une attention particulière pour éviter les dégâts à l'environnement et la propagation de maladies transmises par l'eau.

Le recours à l'irrigation est accompagné d'une manière générale par une utilisation excessive des engrais pour accroitre la production et également des produits phytosanitaires. Cette pratique est menaçante pour l'environnement.

-Possibilité de pollution des nappes phréatiques.

-Salinisation des terres.

-Propagation de maladies

Aujourd'hui, avec l'économie de marché et la mondialisation, l'irrigation est le créneau par excellence qui peut présenter des avantages comparatifs.

L'agriculture irriguée constitue le domaine privilégié pour la mise en œuvre d'une stratégie qui consiste à améliorer la production en augmentant la productivité de l'eau et en assurant le maintien de l'équilibre écologique entre l'exploitation et la gestion des ressources naturelles disponibles. La question qui s'impose, dans un souci de satisfaire sécurité alimentaire, distribution et partage de l'eau entre les différents secteurs utilisateurs de la ressource est la suivante : est-il possible de produire beaucoup en utilisant moins d'eau ?

PRODUIRE BEAUCOUP AVEC MOINS D'EAU

L'agriculture sera confrontée à relever d'importants défis dans les 10 ou 20 années à venir. L'augmentation de la production passe impérativement par une agriculture irriguée, pour assurer les besoins en produits alimentaires et fibres pour l'habillement d'une population qui ne cesse d'augmenter.

L'agriculture irriguée doit faire face à une concurrence croissante des autres secteurs pour des ressources hydriques de plus en plus rares et précieuses. Cette situation délicate, nous pousse à apprendre à ménager cette ressource et l'utiliser d'une manière efficiente et efficace.

Mais le constat est amer; la production d'une unité de matière sèche (1 kg) demande toujours beaucoup d'eau, soit pour les cultures irriguées que pluviales. En effet, la consommation dépend de la "demande climatique", c'est-a-dire, de la différence de pression de vapeur d'eau au sein du système

sol - plante- atmosphère et des résistances osmotiques en présence. En zones arides et semi-arides, cette demande est plus importante.

Tableau 1: consommation en eau moyenne de la production agricole (à titre indicatif).

Produit agricole	Consommation en eau en m3
Orange	0.6 a 1
Blé	1 à 1.5
Riz	1.6
Coton	2.2

Donc, quelque soit la technique d'irrigation utilisée, le minimum d'eau est nécessaire pour une production agricole. En plus, les plantes qui peuvent produire "beaucoup" en irriguée, verront leur production diminue significativement en cas de restriction hydrique. Les plantes qui peuvent produire en cas de stress hydrique en développant des mécanismes d'adaptation (même si la productivité est réduite), elles consomment beaucoup en cas d'abondance.
La plante ne développe pas de mécanismes leur permettant de contribuer durablement à une utilisation parcimonieuse de l'eau. Cela constitue un manque à gagner par la recherche.
La plante est qualifiée de "gaspilleur" d'eau en cas de "confort hydrique".
Néanmoins, produire plus avec moins d'eau est possible en ayant recours a des techniques d'irrigation économes d'eau et des technologies développées et adoptées par les paysans eux-mêmes depuis des siècles. Ces pratiques ont une efficience de distribution à la parcelle élevée. Si cette efficience ne dépasse pas 40% dans certains systèmes d'irrigation traditionnels, elle peut atteindre les 90% voire même plus en irrigation localisée (photos 1 et 2).
Ces techniques peuvent utiliser jusqu'à deux fois moins d'eau pour irriguer la même surface.

Photo 1 : Les pertes en eau engendrées par "l'irrigation par inondation"

Photo 2 : L'irrigation goutte à goutte : une technique économe d'eau.

Le recours à l'irrigation par intermittence est une technique qui améliore le rendement et l'uniformité de l'irrigation traditionnelle en diminuant les pertes par infiltration et par colatures (BOULASSEL et al. 2006) (photo 3).

Photo 3 : Irrigation du haricot en utilisant les tubes à vannettes (irrigation à double débit).

Dans une étude menée par BOULASSEL et al.(2006) sur l'irrigation par rampes à vannettes, l'équipe a démontré que l'uniformité de l'irrigation qui correspond à l'efficience d'application au champ avoisine les 86 % pour l'ensemble des traitements confondus. Ceci est intéressant, dans la mesure où l'irrigation gravitaire reste dominante malgré les efforts déployés par l'Etat afin d'introduire et de soutenir les techniques économes d'eau. A titre indicatif, 67 % des superficies sont irriguées au gravitaire contre 9 % seulement en goutte à goutte (MAILHOL, 2001). Les rampes à vannettes combinées à un double débit ou un débit continu sur des raies plus longs (30 m minimum) que celles utilisées dans la robta, diminuent significativement les pertes en eau par percolation profonde en éliminant les seguias d'amenées, mais également en améliorant l'efficience du transport.

Les résultats des efficiences d'application corroborent les propositions formulées par Clemens (2002) ou il préconise des efficiences d'application comprises entre 80% et 95 % pour la raie modernisée (figure 1)

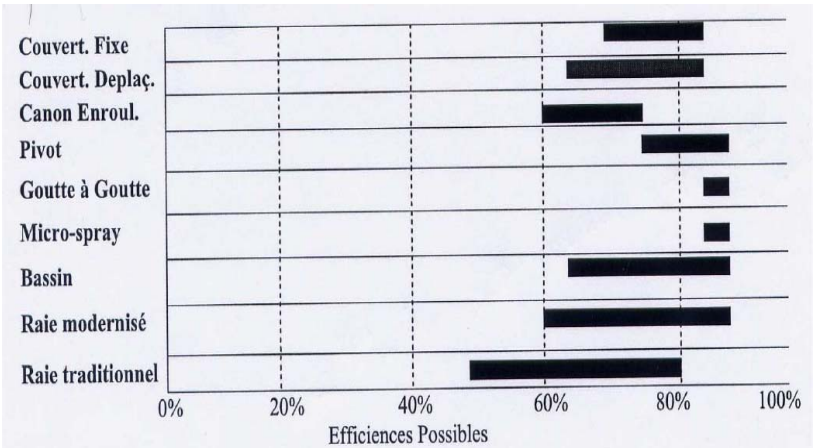


Fig. 1. Efficiences d'application possibles des différents systèmes d'irrigation (Clemmens, 2002)

L'irrigation d'appoint constitue une stratégie à mettre en œuvre pour combler le déficit hydrique qui s'installe durant les phases critiques de développement de la culture afin d'améliorer et de stabiliser la production à un seuil sécurisant. Elle améliore la productivité de l'eau. Ainsi, l'irrigation à un seul apport de 40 mm sur blé dur est plus efficiente que l'irrigation permanente (150 mm). L'efficience d'utilisation de l'eau est de 17 kg/ha/mm (BOULASSEL, 1999). Ceci permet de situer des alternatives sécurisantes en conditions de restriction hydrique (photo 4).

Photo 4 : L'irrigation d'appoint sur céréale.

Le recours à l'irrigation par "déficit " est possible. Dans ce cas précis; on donne à la plante une quantité d'eau inferieure aux besoins nécessaires pour produire le maximum. Même si on a produit légèrement moins que le maximum, cette production va engendrer plus de bénéfices en réduisant les dépenses.
L'amélioration de l'efficience économique vise à augmenter les bénéfices et en même temps à améliorer la productivité du m^3 d'eau.

Produire avec 2l d'eau

Dans des régions arides, ou l'eau constitue le facteur limitant par excellence, les paysans ont développé un système d'irrigation base sur le principe de « faire descendre la racine » ou « irrigation par captage de la nappe phréatique moyennant la remontée capillaire ». Ce système est appelé dans la région de Taibet (w. de Ouargla) « tlou طلوع ». Ce système répond parfaitement à l'utilisation rationnelle de l'eau. On fait un décapage du sol jusqu'à ce que la nappe d'eau soit à une profondeur de 70 cm approximativement (photos 5 et 6)

Photo 5 : Parcelle irriguée par le système « tlou'e» (El Djehfa, Taïbet)

Photo 6 : Profondeur de la nappe (estimation *in situ* avec les moyens de bord)

Pour amorcer les investissements engagés, le paysan « agriculteur» cultive une cucurbitacée pendant trois années consécutives, tout en plantant de l'arboriculture, notamment le palmier dattier, le poirier et la vigne.
La quantité d'eau qu'on donne à chaque plante est de 2l, pour l'humectation initiale du sol, ensuite la cucurbitacée (pastèque par exemple) fait descendre la racine. Elle assure sa propre consommation.
Le travail entamé par BOULASSEL (2008), consistant en un suivi minutieux du couple (humidité, tension) appelé le couple (Ψ, θ) durant la période de la plus forte demande correspondant à la phase fructification-grossissement du fruit (melon, pastèque) et une demande climatique aussi forte (mai- début juin) a abouti à des résultats préliminaires intéressants sur plusieurs aspects :
-L'humidité est presque constante tout au long du profil et avoisine les 20%
-La tension de l'eau ne descend pas au dessous de 70 mbar. Ceci, couplé à l'humidité du sol, indique que le profil est à la capacité au champ.
-Qualité du fruit
-Absence quasi-totale des maladies surtout cryptogamiques, et par conséquent, pas de traitement phytosanitaires (fongicides et autres)
-Rendement intéressant avec des investissements consacrés uniquement au déblaiement (enlèvement du sable sous forme de Ghout rectangulaire). Sur pastèque, le rendement est de 50 t/ha.
-Préservation de la ressource hydrique et maintien d'une agriculture durable dans des régions vulnérables.
Ce type d'irrigation mérite une attention particulière car il favorise une agriculture durable par la plantation du palmier dattier, variétés Deglet Nour et Ghars. La Deglet Nour mérite une étude approfondie pour une éventuelle labellisation sur ce type d'irrigation paysanne, exclusivement

appliquée en Algérie. Le patrimoine phœnicicole du Taibet est de 800 ha pour 92000 palmiers dattiers.
Une étude racinaire couplée à la dynamique conjointe de l'eau dans le sol et dans la plante est indispensable pour une caractérisation approfondie de ce type d'irrigation.
Dans le cadre du programme du renouveau agricole et rural, ce système mérite d'être pris en charge pour encourager les paysans à une utilisation parcimonieuse de la ressource hydrique, de l'accroitre et la protéger de toute forme de gaspillage et de pollution. On assiste ces dernières années à une extension des superficies réservées à la pastèque en utilisant la nappe pour le pompage afin d'assurer les arrosages. On note, le début d'apparition des maladies, surtout cryptogamiques, ce qui engendre automatiquement une utilisation « non contrôlée » des fongicides avec toutes les répercussions sur la qualité des eaux de la nappe et les conséquences par la suite sur la santé humaine.

Photo 7 : Mesures tensiométriques

Parmi les techniques qui peuvent améliorer la productivité de l'eau, on cite la collecte des eaux pluviales qui consiste à piéger les eaux de ruissellement sur une surface donnée moyennant des aménagements simples et peu couteux. Ceci permet de tripler et même de quadrupler la quantité d'eau reçue par une surface donnée. L'utilisation de cette technique sur olivier a permis un gain appréciable du stock d'eau estimé à 120 mm en fin de cycle (mi-juin) (MOUHOUCHE et al., 2006 ; OUYAHIA, 2006). Il y a lieu de citer la technique qui consiste à aménager les lignes de partages des eaux. Cette technique peut diminuer considérablement les effets des crues dévastatrices dans les régions arides (cas de l'Algérie) où la majorité des cours d'eau temporaires prennent naissance dans les chaines montagneuses de l'Atlas saharien.

L'utilisation d'un procédé technologique qui a fait ses preuves en arboriculture
« rustique » et a été adoptée par les paysans en zones rurales pour la collecte et l'irrigation est baptise « poches en pierres enterrées » (photo 8). Ceci peut être associé à la technique d'irrigation par diffusion interne (zone racinaire).

Photo 8 : Poches en pierres enterrées (en phase de réalisation)

Un autre procédé peut être utilisé pour améliorer la productivité en arboriculture rustique en utilisant l'irrigation « par des jarres ». Cette technique vise à :

- améliorer la productivité par arbre avec moins d'eau
- améliorer le revenu des ménages
- valoriser l'industrie artisanale (poterie)
- valoriser les savoir-faire locaux
- développer l'agro-tourisme

CONCLUSION

Assurer une sécurité alimentaire avec des ressources en eau limitées passe par une utilisation rationnelle de cette ressource. Pour atteindre cet objectif nous recommandons ce qui suit:

- ✓ Inciter à un usage parcimonieux et efficace de l'eau.
- ✓ Augmenter la productivité de l'eau.
- ✓ Repartir l'eau d'une façon équitable entre l'agriculture, l'industrie, l'approvisionnement des agglomérations urbaines et rurales, ainsi que la nature.
- ✓ Accroitre la ressource en eau en utilisant les eaux de drainage et les eaux usées traitées.
- ✓ Préserver et conserver la ressource en luttant contre toute forme de gaspillage et de pollution.
- ✓ Sélectionner des variétés valorisant au mieux l'eau et résistantes à la sécheresse
- ✓ Utiliser des procédés de collecte des eaux pluviales (qui ruissellent et qui ne peuvent pas être mobilisées): les prélèvements ne doivent pas léser les agriculteurs en aval, sauf si ceux de l'amont cultivent des cultures à haute valeur ajoutée.
- ✓ Maintenir l'équilibre écologique entre l'utilisation et la gestion des ressources naturelles.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AUBRIOT A., 2004. L'eau, miroir d'une société. Irrigation paysanne au Népal central. CNRS éditions, Paris, 321p.

BOULASSEL A. et al., 2006. Utilisation rationnelle de l'irrigation à la raie sur cultures stratégiques. Bilan du projet PNR 2, doc. INRAA, 38p.

BOULASSEL A., 1999. Utilisation rationnelle de l'irrigation d'appoint sur deux variétés de blé dur (WAHA et ACSAD 65). Thèse de Magister, INA El-Harrach, 76p.

CHABACA M. N., 2004. L'irrigation gravitaire par micro-raie ou robta en Algérie.
Propositions pour une amélioration de la pratique ou une modernisation de la technique ? Quelles alternatives ? Actes du séminaire Modernisation de l'agriculture irriguée, Rabat, Maroc, 19-23 avril.

CLEMMENS A. J., 2002. Measuring and improving irrigation performance at the yield
level. Submitted to Trasa. Of ASAE.

MAILHOL J. C., 2003. Analyse de la consommation en eau dans les différents contextes d'agriculture irriguée. CEMAGREF, Montpellier, France, 33p.

MAILHOL J. C., RUELLE P., DELAGE L., 2002. Une approche intégrée pour analyser l'impact d'une pratique de l'irrigation gravitaire sur les risques environnementaux et la production. Actes de l'atelier PCSI, Montpellier, France, 28-29 mai.

MAILHOL J. C., 2001. Contribution a l'amélioration des pratiques d'irrigation à la raie par une modélisation simplifiée à l'échelle de la parcelle et de la saison. Thèse Doctorat, Université Montpellier II, France, 276p + annexes.

MOUHOUCHE B., BOULASSEL A., OUYAHIA N., 2006. Utilisation rationnelle des précipitations par la méthode de collecte des eaux pluviales. Sciences, Technologies & Développement, Revue de l'ANDRU N° 0 : 13-17

OUYAHIA N., 2006. Contribution à une meilleure utilisation des précipitations en agriculture pluviale dans la vallée de la Soummam (Méthodes de collecte des eaux pluviales). Thèse Magister, INA, El-Harrach, Alger, p.

PERFORMANCES AGRONOMIQUES DE L'ESPECE *VICIA NARBONENSIS* L. DANS LES REGIONS SEMI-ARIDES DE SETIF

A. MEBARKIA[1], K. ABBAS[2], A. ABDELGUERFI[3], A.L. AYADI[1]
1 Université Ferhat Abbas de Sétif, Faculté des Sciences, Département Sciences Agronomiques, 19000. Sétif (Algérie) ; a_mebarkia@yahoo.fr
2 INRA Algérie, 16200 Alger (Algérie) ; abbaskhal@yahoo.fr
3 INA El Harrach, 16200 Alger (Algérie) ; aabdelguerfi@yahoo.fr

RESUME

Quinze écotypes de l'espèce *Vicia narbonensis* L ont été étudiés durant deux campagnes agricoles sous les conditions agro-climatiques de la région semi-aride de Sétif. Les différents stades phénologiques, les rendements en fourrages et en grains, ainsi que certains caractères relatifs à la qualité des graines ont été mesurés. Les résultats obtenus montrent une grande diversité phénologique chez les écotypes de vicia narbonensis ; l'écotype 2466 est très précoce pour le début floraison, la pleine floraison, début formation des gousses et la maturité complète en revanche, l'écotype 2390 est le plus tardif. Pour les productions de matière sèche et de grain, l'analyse montre des différences hautement significatives entre l'ensemble des écotypes. Les meilleures productions en sec et en grain sont relevées pour les écotypes tardifs à la floraison ; l'écotype 2390 a affiché des valeurs moyennes de 2,5 t/ha et 16,9 qx/ha respectivement. Les rendements en grain et en matière sèche ont été corrélés positivement ($P<0.05$) avec le nombre de jours à la pleine floraison, ce qui oriente la sélection vers les écotypes tardifs. En matière de qualité des graines, des différences significatives ont été observées et les écotypes 2393 et 2467 produisent des graines avec les teneurs plus élevées en matière grasse (1.2%) et l'écotype 2462 a produit 33.6% en matière azotée totale.

Mots clés: *Vicia narbonensis* L., phénologie, matière sèche, qualité, rendement grain, Semi-aride

Abstract

Fifteen ecotypes of the species *Vicia narbonensis* L. have been studied for two seasons under the agro-climatic conditions of the semi-arid region of Setif. The phenological stages, yields fodder and grains and that some characters on the quality of seeds were measured. The results show a great diversity among phenological ecotypes of *vicia narbonensis* L. The ecotype 2466 is very early for early flowering, full flowering, start pods and maturity complete. However, ecotype 2390 is the latest. For the production of dry matter and grain, the analysis shows highly significant differences between all ecotypes. The best productions in dry matter and grain are reported to ecotypes for the late flowering; ecotype 2390 has posted averages of 2.5 t / ha and 16.9 qx / ha respectively. The grain yield and dry matter were positively correlated ($P < 0.05$) with the number of days to flowering, which guides the selection to the late ecotypes. In terms of quality seeds, significant differences were observed and ecotypes 2393 and 2467 produce seeds with higher levels in fat (1.2%) and ecotype 2462 produced 33.6% for total nitrogen.

Keywords: Vicia narbonensis L., phenology, dry matter, quality, grain yield. Semi-arid

INTRODUCTION

Dans les régions semi-arides d'Algérie, l'agriculture est dominée par la céréaliculture associée à l'élevage de ruminants. Les faibles niveaux pluviométriques (< 400 mm) ainsi que le faible recours à l'irrigation ont pour conséquence une conduite extensive du cheptel. Celui-ci est en effet mené principalement sur de pauvres ressources alimentaires. Ces ressources se composent essentiellement de sous produits (son, pailles, chaumes), pâturage sur les végétaux spontanés des jachères et rarement de la culture vesce-avoine et d'orge. Les évolutions récentes des surfaces pastorales induites par des facteurs socio-économiques (diminution de taille, marché de la viande etc...) (Thomson and Oglah 1988, Mebarkia, 2007) ont induit une augmentation rapide du cheptel, une forte dégradation des terres pâturées suite à une intensification de la céréaliculture et à un recours démesuré à l'utilisation d'aliments concentré. Ceci a engendré entre autre un déséquilibre de l'alimentation du cheptel (Cocks *et al* 1986). Ceci est aussi le résultat des politiques d'aide au développement qui ont toujours privilégié l'amélioration des rendements céréaliers sans tenir compte de l'ensemble du système de production pratiqué qui est aussi basé sur l'élevage (FAO 1987 et Cooper *et al* 1987).

Les jachères qui apportent une part non négligeable des ressources alimentaires sont en effet retirées des surfaces pastorales et subissent des labours dégradant les sols et menaçant l'environnement (Abbas et Abdelguerfi, 2005).

Aujourd'hui, la mise en valeur des surfaces pastorales par des cultures fourragères constitue un champ de développement très sûr pour soutenir la durabilité des systèmes céréales-élevage. Des espèces de légumineuses fourragères sont à cet effet reconnues pour leur potentiel de produire des aliments supplémentaires sur les terres laissées en jachère (Abd El Moneim *et al* 1988, Abd El Moneim *et al* 1990) et sont aussi directement pâturables par les petits ruminants (Oram, 1956). Aussi en évitant la monoculture, elles facilitent le contrôle des maladies racinaires et des nématodes des céréales (Puckridge et French, 1983 ; Bahhady *et al.,* 1997). Elles permettent également de lutter contre l'érosion et améliorent la structure du sol. Par ailleurs, les productions de matière sèche et de protéines obtenues dans les rotations biennales céréales-légumineuses fourragères sont les meilleures comme l'ont montré divers travaux de l'ICARDA. Ceci sans oublier qu'elles procurent à la céréale suivante un apport azoté permis par la fixation symbiotique de la légumineuse (Villax, 1963). Les légumineuses fourragères annuelles peuvent être pâturées, utilisées comme foin, comme elles peuvent produire du grain et de la paille. Malgré la diversité des espèces de légumineuses en Algérie, très peu ont été employés spécifiquement comme source d'alimentation des bétails. Parmi les légumineuses fourragères annuelles cultivables sur les jachères**,** l'espèce *Vicia narbonensis* L.constitue l'une des plus potentielles. Plusieurs travaux réalisés par ICARDA sur le potentiel agronomique de *Vicia narbonensis* L. dans les régions arides et semi-arides indiquent en effet que cette espèce est la plus productive en grain et en fourrage et s'adapte très bien à ces régions. Les travaux de recherche en Turkie montrent également que cette espèce est très prometteuse en rotation avec le Blé (Durutan et al 1990). Elle réalise des rendements élevés ; elle tolère le froid et résiste aux maladies, aux parasites, aux insectes et à l'orobanche (George 1987a, George 1987b, Abdelmoneim *et al* 1988, Castleman 1994).

En Algérie, peu d'informations scientifiques sont disponibles sur cette espèce, et cet article propose d'étudier ses performances agronomiques dans la région semi-aride de Sétif durant deux campagnes agricoles.

MATERIEL ET METHODES

- **Présentation de la région d'étude**

L'essai a été conduit à la ferme expérimentale agricole de l'Institut Technique des Grandes Cultures de Sétif (logit et lat). Cette région est sous la dominance d'un climat continental à fortes amplitudes thermiques, tant annuelles que journalières. La pluviosité moyenne annuelle est de l'ordre de

450 mm (Seltzer, 1947). Deux contraintes climatiques majeures caractérisent la région : le gel et le sirocco. S'ils surviennent dès la première décade du mois de mai, ils sont responsables de l'avortement des fleurs. Les sols du site d'expérimentation appartiennent au groupe des sols steppiques (Perrier & Soyer, 1970). La composition physico-chimique indique une texture, pour l'ensemble des parcelles, argilo-limoneuse, une structure grumeleuse, à pH eau basique (8.07-8.50) et une forte teneur en calcaire total de 33.5%-35.04% (Chenaffi, 1997 ; Belarbi, 1998). La teneur en matière organique varie de 0.08 à 2.69% ; la teneur en phosphore assimilable varie de 17.17 à 36.04 ppm ; la teneur en azote, 0.07%, est faible (Belarbi, 1998). Notre essai a été conduit durant deux campagnes agricoles 2001/2002 et 2002/2003.

Caractéristiques climatiques pendant l'expérimentation :

L'essai a été conduit durant deux campagnes agricoles 2001/2002 et 2002/2003. Les conditions climatiques des deux campagnes sont présentées dans le tableau 1. Les deux campagnes agricoles se caractérisent par :

- La bonne répartition et les quantités de pluie plus importantes au cours de la deuxième campagne 566.4 mm contre seulement 295.9 mm pour la première année, soit presque le double ;
- Des températures minimales sont plus basses et les températures maximales sont plus hautes en première année.

- **Matériel végétal**

L'expérimentation a porté sur 15 écotypes de l'espèce *Vicia narbonensis* L. (Tableau. 2). Le matériel végétal (semence) utilisé provient de l'ICARDA (Syrie).

- **Mise en place de l'expérimentation**

Différents travaux culturaux ont été effectués sur cet essai. Un labour profond (25 cm) a été effectué à l'aide d'une charrue à disques juste après les premières pluies d'automne (septembre et octobre), suivi d'un apport 100 kg par ha d'engrais phosphaté sous forme de superphosphate 46%, avant le semis. Deux passages croisés de covercrop visaient à réduire l'infestation des mauvaises herbes et à obtenir un bon lit de semences. Durant les deux campagnes d'essais, juste avant le semis, un désherbage chimique a été appliqué à l'aide du désherbant Terbutryne (matière active) à raison de 1.5 litre dans 300 litres d'eau pour un hectare. Le semis a été réalisé à partir du même lot de semences, le 1er décembre pour l'année 2001/2002 et le 12 décembre pour l'année 2002/2003. Les 15 écotypes de l'espèce ont été semés manuellement et séparément dans un dispositif en blocs complètement randomisés à 3 répétitions dans une parcelle ayant comme précédent cultural une céréale (Blé dur). Chaque parcelle élémentaire comportait 4 rangs de 4 m de long, espacés de 30 cm. 200 graines de chaque écotype ont été semées dans chacune de ces parcelles.

- **Paramètres mesurés et traitements statistiques**

Une moitié de la parcelle élémentaire a été utilisée pour l'évaluation de la matière verte et les caractéristiques agronomiques, l'autre moitié a été laissée pour mesurer le rendement en grain avec ces composantes. Le stade de pleine floraison à début formation des gousses a été pris en considération pour évaluer le rendement en matière verte. Les stades phénologiques observés ont été : la date de début floraison (DF), comptée en nombre de jours de la date de levée à la sortie de la première inflorescence (Berrekia, 1985) ; la date de pleine floraison (ILF), comptée en nombre de jours de la date de levée à l'apparition du maximum de fleurs ; la date de début formation des gousses (DFG), évaluée par le nombre de jours de la levée à l'apparition de fruits ; le début de la formation des graines dans les gousses (Jarrige, 1988) ; la date de la maturité complète (MC), comptée en nombre de jours de la levée à la date du durcissement de la graine. Des notations ont porté également sur le nombre total de fleurs par plant (NTFr) ainsi que le nombre de grains par gousse (NGG). Les rendements mesurés sont la production totale de matière verte (MVT), de matière sèche (MS) et le rendement en grain (GRA). Nous avons effectué une fauche de 1 m² par parcelle élémentaire au stade pleine floraison et pesé immédiatement l'échantillon pour évaluer la quantité de matière verte. La production de matière sèche a été évaluée a partir d'un échantillon de 200 g de matière verte placé dans une étuve à 105°C pendant 24 h. Le rendement en grain a été déterminé pour chaque écotype et par parcelle élémentaire de 1 m² récolté puis passer à la batteuse fixe. Enfin, nous avons déterminé les paramètres de qualité des graines de chaque écotype. Les analyses chimiques des graines, que nous avons effectuées uniquement la première année (2001/2002), ont porté sur : les matières azotées totale (MAT), les matières grasses (MGR), la cellulose brute (CBR) et les matières minérales (MMI).

Les données recueillies ont subi une analyse de variance effectuée à l'aide du logiciel StatItcf® afin d'étudier la variabilité des paramètres mesurés sous l'effet des facteurs contrôlés. Les relations entre les différentes paires de variables mesurées sont décrites et analysées par le calcul des corrélations phénotypiques basées sur les moyennes génotypiques.

RESULTATS

- **Variabilité dans l'évolution phénologique et les productions**

L'analyse de variance indique que les effets de l'écotype, de l'année et de l'interaction écotype x année sont hautement significatifs. Ceci met en exergue la grande variabilité phénotypique observée pour l'ensemble des paramètres mesurés (tableau.3). Aussi une grande diversité phénologique a été observée chez les écotypes de *vicia narbonensis* L.; l'écotype 2466 est

très précoce pour le début floraison, la pleine floraison, début formation des gousses et la maturité complète avec respectivement, 64 jours, 76.30 jours, 84.20 jours et 130.50 jours. (Tableau 1). L'écotype 2390 est le plus tardif avec 79.00 jours, 91.83 jours, 101.34 jours et 140.50 jours pour les mêmes stades phénologiques. Pour les productions de matière sèche et de grain, l'analyse montre des différences hautement significatives entre l'ensemble des écotypes. Les meilleures productions en sec et en grain sont relevées pour les écotypes tardifs à la floraison. A titre d'exemple, l'écotype 2390 a affiché des valeurs moyennes de 2,50 t/ha et 16,90 qx/ha respectivement.

- **Rendement en grain et caractères agronomiques**

Chez *vicia narbonensis* L., le rendement en grain est corrélé positivement ($p<0,05$) avec le nombre de jours nécessaire pour atteindre le début floraison, la pleine floraison, le début formation des gousses et la maturité complète (tableau 4) et une relation négative (mais non significative) avec le nombre de grain par gousse. Des différences significatives ont été observées dans la qualité des graines en particulier pour les matières grasses et les matières azotées totales (tableau 5). Les écotypes 2393 et 2467 produisent des graines avec les teneurs plus élevées en matière grasse (1.20%) et en matière azotée totale (33,59%) pour l'écotype 2462. Par ailleurs, l'effet année est très important est significatif pour l'ensemble des variables analysées. Ceci indique que les caractères des écotypes de *vicia narbonensis* L. testés en région semi-aride sont fortement soumis aux variations interannuelles. Une interaction écotypes x année significative indique que les écotypes ne sont pas stables pour les paramètres mesurés, d'une année à l'autre.

L'étude des corrélations entre la date de la floraison, la fertilité (nombre de fleurs par plant), le rendement grain et la matière sèche chez les écotypes de *vicia narbonensis* L. met en évidence des informations assez intéressantes :

- Une relation ($p<0,05$) positive entre la date de la floraison et le rendement en grain (figure 1a) ;
- Une relation positive ($p< 0,05$) entre la date de floraison et le rendement en matière sèche. (Figure 1b). Ces deux relations positives entre la floraison et les rendements en grains et en matière sèche, expliquent que les écotypes ayant une longue période de floraison pourront donner les meilleurs rendements en fourrage et en grains.
- Une relation négative ($p<0,05$) (mais non significative) entre la date de floraison et le nombre de fleurs par plant. (Figure 1c). Cette relation met en évidence qu'en zone d'altitude ou les basses températures sont fréquentes, les écotypes tardifs à la floraison réduisent leur fertilité et par conséquent la chute du rendement en grains.

Discussion

Nos résultats confirment d'autres études qui indiquent que *vicia narbonensis* L. présente une bonne adaptation et des potentialités très élevées en région méditerranéenne ou la pluviométrie n'excède pas les 350 mm (Abdlemoneim *et al*, 1988, 1990 ; Abdlemoneim 1992 ; Castleman 1994, Siddique *et al*, 1996). Dans cette étude, la plupart des écotypes de *vicia narbonensis* L. retiennent la majorité de leur feuille à maturité et ont un bon rendement en matière sèche, pourrait être utilisé comme plante fourragère aussi bien qu'une légumineuse à graine. En revanche, il n'y a pas eu de travaux de recherche scientifique sur cette espèce et les résultats obtenus encouragent davantage son amélioration génétique visant spécifiquement les régions semi-aride et aride. La grande variabilité observée au niveau des paramètres évalués pour les 15 écotypes de *vicia narbonensis* L., donne la possibilité de choisir l'écotype approprié pour envisager son intégration comme élément de valorisation des jachères en fonction des caractéristiques climatiques et des types de systèmes de production. La zone semi aride de Sétif se caractérise par des basses températures inférieures à 4°c, affectant dans la plupart des cas la fertilité des vesces en agissant sur la réduction du nombre de fleurs par plant et par conséquent le rendement grain (Baldy.1974). Les travaux de Ridge et Pye en 2003, sur la culture de pois en climat méditerranéen australien ont montré que la réduction du rendement est due aux températures extrêmes au stade floraison. Nos résultats montrent une relation négative (mais non significative) entre la pleine floraison et la fertilité (figure 1c) ce qui explique que les écotypes tardifs à la floraison ont tendance à réduire leur nombre de fleurs. Les relations positives significatives entre les caractères phénologiques (début floraison, pleine floraison, début formation des gousses, maturité complète), ainsi que le rendement en matière sèche avec le rendement en grain (tableau 4), mettent en évidence que les écotypes tardifs de *vicia narbonensis* L. assurent les meilleurs rendements tout en évitant les gelées. En outre ces écotypes restent assez précoces pour échapper aux stress hydrique. Ces résultats corroborent ceux obtenus par Keatinge *et al* 1991, Abdelmoneim 1992 et Mebarkia *et al* 2007 sur les cultures de *vicia ervilia, vicia dasycarpa* et *vicia sativa* L. en climat semi-aride. La diversité phénologique des écotypes de *vicia narbonensis* et la richesse de leur graine en matière azotée totale, orientent leur adaptation aux différents systèmes de productions de la région. Les écotypes précoces à la floraison et à la maturité, pourront être utilisés dans l'alimentation des moutons et du bétail surtout en été, en revanche les écotypes tardifs seront les plus appropriés au pâturage en raison de leur longue période de floraison, de leur bonne production de matière sèche et de grains. *Vicia narbonenis* L. est classée parmi les meilleures espèces du genre *vicia* spp,

du fait de sa tolérance au froid et a la sécheresse, ainsi que sa production très élevée en matière sèche et en grain et de son port érigé facile à récolter mécaniquement (George, 1987a et 1987b). *Vicia narbonenis* L. offre un fourrage de haute valeur protéique dont la composition en acides aminés est semblable au pois fourrager (Eason *et al* 1987 ; Petterson *et al* 1997) et sa graine referme une bonne teneur en soufre en comparaison avec d'autre légumineuses à graine (Enneking 1995), ce qui explique que traditionnellement, elle a été employée dans l'alimentation des ruminants tels que des bétails, des moutons et des animaux de trait. Par comparaison avec d'autres espèces de vesces, l'espèce *vicia narbonensis* L. pourrait produire de la semence sans aucune difficulté du faite qu'elle ne s'égrène pas à maturité (Belbedjaoui *et al*, 2005) et possède un port érigé lui permettant une récolte mécanique.

CONCLUSION

Les résultats obtenus, montrent que l'espèce *vicia narbonensis* L. produit des rendements très élevés en régions semi aride dont la pluviométrie moyenne annuelle n'excède pas les 350 mm. Ceci lui permet d'être exploitée comme un fourrage et/ou comme légumineuse à graine.

La richesse en matière azotée totale de la graine, permet aussi une utilisation comme composante des aliments concentrés. Elle pourra être aussi employée comme plante de mise en valeur des espaces fragiles en zone semi-aride et ce en fonction des caractéristiques des différents systèmes de production pratiquant la rotation céréale-jachère. Certains critères s'avèrent intéressants pour la sélection d'écotypes appropriés en région semi aride : précocité à la floraison et le nombre de grain par gousse. A cet effet, il a été établi que la meilleure production de grain et de matière sèche, est obtenue par les écotypes tardifs à la floraison et à la maturité complète.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abd El Moneim et al., 1988 Abd El Moneim.A.M, Cocks. P.S. Yield stability of selected forage vetches (Vicia spp.) under rainfed conditions in west Asia, J.agric.Sci.,Camb.(1988), III, 295-301.

Abd El Moneim et al., 1990 Abd El Moneim A.M, Cocks. P.S. Effect of genotypes and plant maturity on forage quality of certain forage legume species under rainfed conditions. J. Agronomy & Crop Science 164, 85-92.

Abd El Moneim, 1992 Abd El Moneim A.M. Agronomic potential of three vetches (Vicia spp.) under rainfed conditions, Agronomy Sc. Crop Science, 170, 113-120.

Abbas et al., 2005 Abbas K, Abdelguerfi A. Perspectives d'avenir de la jachère pâturée dans les zones céréalières semi-arides, Fourrages, 184, 533-546.

Baldy, 1974 Baldy C. Contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques. Leur influence sur la production des principales zones céréalières en Algérie, INRA-ITGC, 152 p.

Bahhady et al., 1997 Bahhady F.A, Christiansen S, Thomson E.F, Harris H, Eskridge K.M, Papechristiansen A. Performance of Awassi lambs grazing common vetch in on-farm and on-station trials". In Proceeding of a Symposium on Crop/Livestock Integration,(Haddad N., Thomson E.F. et Tutwiler R.ed.). 1995, Amman, Jordan (In press).

Berrekia, 1985 Berrekia R. Contribution à l'étude du genre *Hedysarum* L. en Algérie, thèse de magister INA, Alger, 131p.

Belarbi, 1998 Belarbi N. Comportement et évaluation de quelques espèces fourragères dans la région de Sétif, thèse d'ingénieur INA, Alger, 27p.

Belbedjaoui et al., 2005 Belbedjaoui A B, Mebarkia A. Variabilité génétique, analyse agronomique et égrenage d'un germoplasme du genre Vicia spp. Dans la région humide d'Annaba, thèse d'ingénieur El-Taref, El-Taref, 55p.

Cocks et al., 1986 Cocks, P.S, Thomson E.F, Somel K, Abd El Moneim A.M. Degradation and rehabilitation of agricultural land in north Syria. ICARDA-110. Ar, En, Aleppo. International Centre for Agricultural Research in the dry Areas, Aleppo. Syria

Cooper et al., 1987 Cooper P.J.M, Gregory D.J, Tully D, Harris H.C. Improving water use efficiency of annual crops in the rainfed farming systems of West Asia and North Africa", Exp. Agric., 15-23, 110-160.

Castleman, 1994 Castleman G.H. A review of narbon bean (*Vicia narbonensis* L.) Victorian Department of Agriculture, Walpeup.

Chenaffi, 1997 Chenaffi H. Optimisation de l'apport d'appoint d'eau sur trois variétés de blé dur (*Triticum durum Desf.*) à différents stades. Cas des hautes plaines Sétifiennes, thèse magister INA, Alger, 64 p.

Durutan et al., 1990 Durutan N, Meyveci K, Kraca M, Avci M. Annual cropping under dryland conditions in Turkey : a case study. In "the role of legumes in Farming Systems of the Mediterranean Areas". (Eds A. E. Osman M.H. Ibrahim and M.A. Jones.) pp. 239-255. (Kluwer Academic: Dordrecht.)

Enneking, 1995 Enneking D. the toxicity of Vicia species and their utilization as grain legumes 2nd Edn. Centre for legumes in Mediterranean Agriculture. Occasional Publication N°.7. University of Western Australia. Perth.

Eason et al., 1987 Eason P.J, Johnson R.J, Castleman G.H. Narbon bean a potential new grain legume for poultry. *Proceedings of the Nutrition Society of Australia* 12, 119.

FAO., 1987. Agriculture towards 2000, Food and Agriculture Organization of the United Nationals C87/27, Rome, FAO

George., 1987a George D. Grain legumes for low rainfall areas. Final report, South Australian Department of Agriculture. Adelaide.

George., 1987 b George D. Narbon bean – a grain legume with potential. In "*proceedings of the 4th Australian Agronomy Conference*". La Trobe University Melbourne. Australian Society of Agronomy: Melbourne. 221pp

Jarrige, 1988 Jarrige R. Table de l'alimentation des bovins, ovins et caprins, éd. INRA, 438 p.

Keatinge et al., 1991 Keatinge J.D.H, Asghar A, Roidar K.B, Abd El Moneim A.M, Ahmed S. Germoplasm evaluation of annual sown forage legumes and environmental conditions marginal for crop growth in highland of West Asia, *J. Agronomy Sc. Crop Science,* 45-87.

Mebarkia A et al., 2007 Mebarkia A, Abdelguerfi A. Etude du potentiel agronomique de trios espèces de vesces (Vicia spp.) et variabilité dans la région semi-aride de Sétif (Algérien). Fourrages, 192, 495-504

Oram, 1956 Oram P.A. Pâturage et cultures fourragères d'assolement dans la région méditerranéenne. Cahier No.57.FAO, Rome

ONM., 2003. Bulletin météorologique de la région de Sétif, Office National de la Météorologie.

Perrier et al., 1970 Perrier A, Soyer J.P. Culture Céréalière sur les hauts plateaux Etude de la rotation blé/jachère dans la région de Sétif, d*oc. de travail SEA de Sétif,* 24 p.

Puckridge et al., 1983 Puckridge D.W, French R.J. The annual legumes pasture in Cereal ley farming systems of Southern Australia", *Review Agriculture, Ecosystems and environment,* 9, 229-267.

Petterson et al., 1997. Petterson, D.S., Mackintosh, J.B. , Sipsas, S. 1997. The chemical composition and nutritive value of Australian pulses. Grains Research and Development Corporation, Barton, ACT.

Ridge et al., 1985 Ridge P.E, Pye D.L. The effects of temperature and frost at flowering on the yield of peas grown in a Mediterranean environment,

Field Crops Research, *Volume 12*, *1985*, *339-346.* Victorian crops Research Institute, Private Bag 260, Horsham, Vic. 3400, Australia..
Seltzer, 1947 Seltzer P. Le climat de l'Algérie, éd. Institut de Météorologie et de Physique du globe de l'Algérie, Université Alger.
Siddique et al., 1996 Siddique K.H.M, Loss S.P, Enneking D. Narbon bean (*Vicia narbonensis* L.): a promising grain legume for low rainfall areas of south-western Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 36, 53-62.
Thomson et al., 1988 Thomson E.F, Oglah M. On-farm experiments with forage legumes –six years results from Breda. In: Annual Report, 1987, Pasture, Forage and livestock Program, pp, 74-82. ICARDA, Aleppo, Syria
Villax, 1963 Villax E. K. La culture des plantes fourragères dans la région méditerranéenne occidentale : Maroc, Portugal, Algérie, Espagne, France, Cah. Rech. Agro., INRA., Rabat, 17-641 p

Annexes

Tableau 1 : Les conditions climatiques des deux campagnes d'expérimentation à Sétif (ONM, 2003)

Mois / Campagnes	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	Total
2001/2002													
Température°C													
min	07.2	04.5	-02.0	-07.4	-06.0	-04.8	-04.0	01.0	00.0	04.6	06.0	07.4	
max	36.7	36.1	28.3	22.0	26.1	25.5	30.2	35.2	40.8	44.5	45.0	42.2	
Pluviométrie (mm)	47.2	14.4	37.1	08.4	22.7	24.0	29.5	08.8	24.2	01.5	44.3	33.8	295.9
2002/2003													
Température°C													
min	02.6	02.6	01.3	05.6	-04.1	-08.9	-02.9	-03.3	-0.02	07.2	10.8	10.5	
max	38.3	33.0	23.7	19.0	20.3	21.6	27.5	34.2	40.2	46.3	48.5	45.8	
Pluviométrie (mm)	04.3	10.1	100.1	67.4	115.6	29.0	37.6	63.2	43.6	59.4	13.7	22.4	566.4

Tableau 2 : origines des ecotypes de l'espèce *Vicia narbonensis* L.

N°	Codes	origine
1	2561	Syrie
2	2380	Liban
3	2383	Liban
4	2388	Liban
5	2390	Liban
6	2391	Liban
7	2392	Liban
8	2393	Syrie
9	2461	Turquie
10	2462	Turquie
11	2464	Turquie
12	2465	Turquie
13	2466	Turquie
14	2467	Liban
15	2468	Liban

Tableau 3. Stades phénologiques et production observés chez les 15 écotypes de *Vicia narbonensis* L au cours des deux années d'expérimentation.

Ecotypes	Caractères phénologiques							
	Df	Ilf	Dfg	Mc	Mst	Grain	Ngg	Ntfr
2561	70.50	85.17	95.00	141.16	12.95	15.59	3.55	13.78
2380	70.50	85.50	92.50	141.00	18.59	16.03	3.99	13.23
2383	69.00	82.83	95.50	137.16	10.04	16.05	3.48	08.71
2388	72.00	84.33	106.33	144.00	18.21	17.04	3.13	12.37
2390	79.00	91.83	101.34	140.50	25.00	16.89	3.90	13.03
2391	73.50	82.50	91.00	140.00	20.32	16.14	2.90	11.17
2392	74.00	86.17	95.67	143.00	20.59	16.75	2.94	11.40
2393	75.00	82.17	107.18	134.50	19.72	15.85	3.34	11.90
2461	75.00	87.00	97.50	138.00	17.26	15.84	3.16	09.28
2462	75.00	87.50	97.00	141.00	19.75	16.70	3.61	13.23
2464	75.50	87.83	95.83	135.00	18.96	15.49	2.96	08.20
2465	70.00	83.68	92.68	136.00	15.35	16.28	3.34	12.17
2466	64.00	76.30	84.20	130.50	14.92	14.77	3.20	11.97
2467	70.00	81.50	92.00	130.50	18.81	14.35	3.50	13.64
2468	71.50	81.67	90.16	139.00	23.63	16.38	3.55	14.10
Moyenne	**72.33**	**84.40**	**95.59**	**138.09**	**18.27**	**16.01**	**3.36**	**11.88**
Ecart type	**5.86**	**5.67**	**6.14**	**6.97**	**2.11**	**1.06**	**0.55**	**1.41**

Tableau 4 : Variances des paramètres mesurés sur les 15 écotypes de l'espèce ***Vicia narbonensis*** L. au cours de deux années d'expérimentation

Sources de variation	**Caractères mesurés**								
	Ddl	Nfr	Ngg	Ilf	Dfg	Mc	Df	Mst	Rdt
Totale	89	32.91	0.51	381.41	533.39	475.85	475.85	398.25	44.77
Ecotypes (E)	14	20.58**	0.64*	77.67**	214.29**	102.26**	5.79**	88.06**	3.38**
Année(A)	1	3.10**	0.17	589.36*	2101.73*	4.45	435.60*	38.92**	1.67**
Interaction AXE	14	180.14**	1.33*	2145.24**	2810.99**	2690.23*	2274.39**	569.93**	276.15**

Tableau 5. Carrés moyens de l'analyse de variance des paramètres qualitatifs mesurés chez les 15 écotypes de *Vicia narbonensis* L. au cours de la campagne agricole 2002

Caractères	**Ddl**	**MGR**	**MAT**	**MMI**	**CBR**
Variation totale	44	0.14	91.26	0.55	10.40
Ecotypes	14	0.29**	224.37**	0.07ns	2.14ns
Moyenne générale		0.61	16.97	3.19	9.96

*significatif à 5%, ** significatif à 1%, ns : non significatif.
MGR : matières grasses (%MS) , MAT : matières azotées totales (%MS) ,
MMI : matières minérales (%MS) CBR : cellulose brute (%MS)

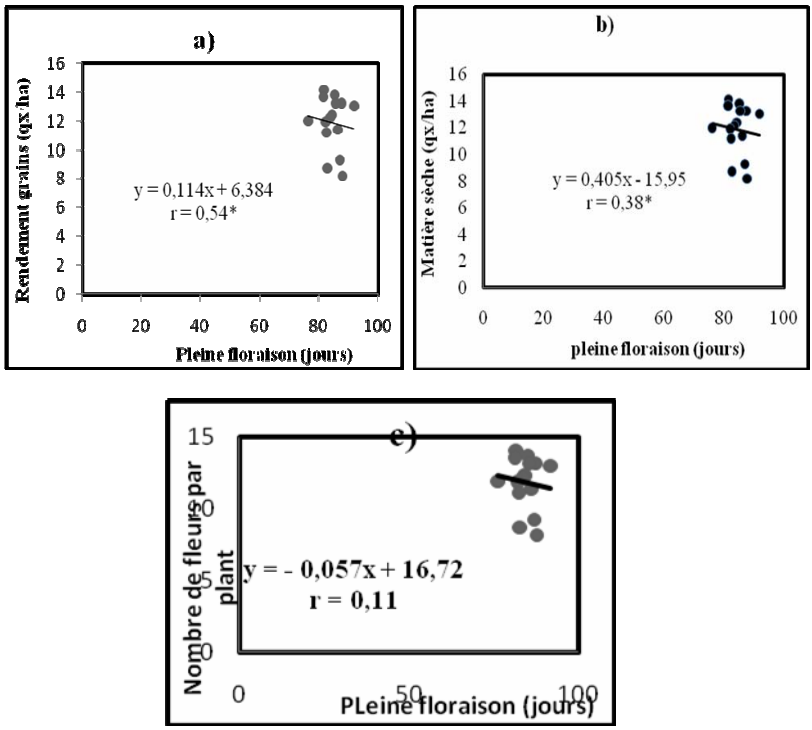


Figure 1: Relation entre la pleine floraison et les caractères agronomiques chez les 15 écotypes de *vicia narbonensis* L.: a): date de pleine floraison (Ilf) et le rendement grains, b): date de pleine floraison et la production en matière sèche (Mst), c: date de pleine floraison et le nombre de fleurs par plant. (Ntfr)

Tableau.6 Corrélation entre le rendement grains et les autres caractères chez *Vicia narbonensis* L. durant les deux années d'expérimentation.
Tab

	Df	Ilf	Dfg	Mc	Mst	Ngg
V icia narbonensis L.	0.51*	0.54*	0.48*	0.85*	0.37	- 0.16

COMPORTEMENT DES VITRO-PLANTS DE PALMIER DATTIER, VARIETE MEDJHOUL, DANS LA REGION DE SOUF.

OUAMANE ABDELMONEIMTAREK, LAHMADI SELWA , LAKHDARI FATOUM.
CRSTRA

RESUME
Le palmier dattier est par excellence l'arbre des zones arides. Outre son aptitude à suppoerter les conditions difficiles du milieu aride (résistance à la sécheresse, tolérance à la salinité,....etc.), il constitue la base de l'économie oasienne, et un moyen d'échanges économiques entre le nord et le sud à l'échelle nationale et internationale
Toutefois, sa multiplication par graine n'est pas fidèle, d'où le recours à la multiplication végétative par rejet. Ce mode de multiplication peut être pratiqué aussi par le biais de la culture in-vitro. Cette dernière prend un intérêt particulier s'il s'agit de régénérer des palmeraies bayoudées, d'introduire de nouvelles variétés menacées de disparition ou d'intérêt commercial, tel que la Medjhoul faisant l'objet de cette étude.
Cette dernière consiste, d'une part à évaluer la reprise des vitro-plants de la variété Medjhoul introduite en milieu oasien au niveau du Souf, et d'autre part de déterminer les critères physiques, chimiques et biochimiques ayant distingués cette variété sur le marché européen.
Le comportement des vitro-plants de la variété Medjhoul exprime, à travers leur faible taux de reprise, leur vulnérabilité en absence d'un durcissement.
Les résultats enregistrés sur les vitro-plants productifs indiquent une bonne expression de la variété, autrement dit sa conformité.
Par ailleurs, la qualité des fruits récoltés confirme encore une fois l'aptitude du milieu oasien à la culture du palmier dattier.
Mots clés : Palmier dattier, culture in vitro, medjhoul, régions arides.

MATERIELS & METHODES

Présentation du site d'expérimentation

Le domaine Daouia est une Société civile immobilière d'exploitation agricole, créée le 28/05/1988, situé dans la Zone Zemlet El-Fares, route de Touggourt- El-Oued. Elle s'étend sur 512 ha, dont 240 ha sont exploités, le palmier occupe la première position avec 184 ha soit 19626 pieds dont 12997 de la variété Deglet Nour. L'irrigation pratiquée est le goutte à

goutte. Elle est assurée par 7 forages (280 m de profondeur ; 42 L/s de débit), et 7 puits de différentes profondeurs et débits. La figure (1) illustre la parcelle expérimentale.

Figure 1 : site d'expérimentation. Daouia, El-OUED.

Le sol a une texture 100% sableuse. Le tableau suivant illustre quelques caractéristiques du sol et de l'eau d'irrigation du domaine El Daouia.

Tableau I : caractéristiques du sol et de l'eau du domaine El Daouia

analyses	pH	C.E. Ds/m	Cl meq/L	SO_4 meq/L	Na^+ meq/L	K^+ meq/L	Gypse %	Calcaire total %	Calcaire actif %	Humidité %
Sol	7.55	0.32	10	7.57	125	45	1	8.9	3.12	5.89
eau	7.52	4.34	33	18.45	150	50				

Matériel végétal

Les jeunes vitro –plants

Les jeunes vitro–plants sont de la variété Medjhoul, produits par le procédé d'embryogenèse somatique, auquel nous avons été initiés au cours d'un stage de 15 jours au laboratoire de physiologie végétale et d'amélioration des plantes de l'I.N.R.A.A sous l'encadrement de Mme ABED Fadila.

Les vitro-plants utilisés dans cette étude proviennent du laboratoire Elouathba-Marionnet, Emirats Arabes Unies, et ils sont commercialisés par la société Marionnet S.A.R.L., FRANCE. L'indemnité de ces plants, de

viroses et de parasites est certifiée par le service régional Français de la protection des végétaux, sous le N°1031.
Ces vitro plants sont réceptionnés le 17/06/2005. Le poids moyen du plant est d'environ 300 g, et leur nombre total est de 400 plants (4 plants manquent)
Les plants sont rempotés dans des alvéoles en plastique, de forme conique de 18 cm de longueur, et 8 cm de diamètre.
Compte tenu des conditions climatiques, les plants sont maintenus dans leurs alvéoles sous ombrillaires. (Figure 2)

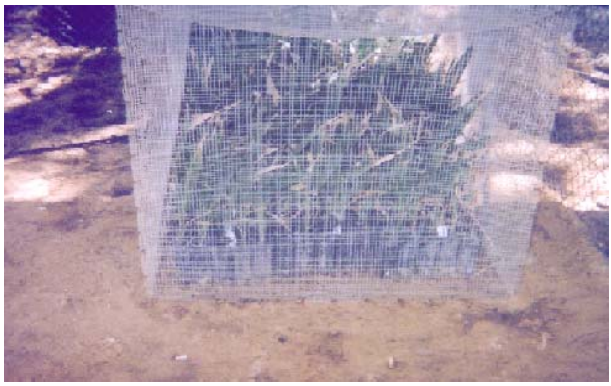


Figure 2 : les vitro-plants de Medjhoul, avant plantation

Les vitro-plants productifs

Une étude comparative est effectuée sur des palmiers productifs de la variété Medjhoul (*cf.* figure 2) et de la variété Deglet Nour. Il convient de préciser ici que les vitro-plants à l'origine de ces palmiers productifs pesaient 5 Kg .

Figure 3 : Un pied productif de la variété Medjhoul (Daouia, El-Oued)

Suivi sur des jeunes vitro plants

La plantation de 235 plants a lieu au mois de septembre 2005. A la plantation, leurs systèmes radiculaires présentent un enroulement, et leurs longueurs dépassent à peine celle des alvéoles. (18cm) (cf. figure 4).

Figure 4 : un vitro-plants de Medjhoul racines nues

Par ailleurs Le système aérien est formé par 4 à 8 feuilles, dont 1 à 2 très jeunes, 2 à 4 âgées. La longueur moyenne des feuilles les plus âgées est de 38 cm. La majorité des feuilles pressentent des nécroses à leurs extrémités, et des piqûres d'insectes. (figure 5).
La parcelle d'expérimentation comporte 22 rangées de vitro plants, à raison de 11 plants par rangées, avec un espacement de 9 m sur 9 m. Les plants sont protégés par une couronne de palme sèche. (*cf.* figure 1)
Chacun de ces vitro-plants est irrigué par trois goutteurs (8 l/h /goutteur), avec une fréquence de 2h/j (période chaude).
Les paramètres suivis sont : la longueur du plant, le nombre et la longueur des jeunes feuilles néoformées.

Figure 5 : les vitro-plants à la plantation

Etude Sur Les Plants Agés

Dans ce cas les mesures et les observations sont faites sur les organes de végétation et de fructification : Les palmes, les régimes, et inflorescences de la variété Medjhoul. Des descriptions physiques, chimiques et biochimiques des fruits sont effectués, l'échantillonnage de 3 arbres est fait de façon aléatoire, les dattes sont prélevées par la méthode de grappillage, sur des régimes arrivants à maturité, en pleine saison (stade Tmar), on procède par la suite au mélange des dattes récoltées pour obtenir un échantillon global. Les dattes sont stockées dans des sacs de papier kraft et conservées dans une température de 4 C° jusqu'au moment des analyses.

Les caractères physiques de la datte (le poids de la datte, de la pulpe, et du noyau, rapport pulpe sur noyau, longueur et largeur du fruit et du noyau) sont déterminés pour chaque variété sur un échantillon de dix dattes prélevées de l'échantillon global.

Notons qu'un troisième échantillon examiné, de la variété Medjhoul se provient du marché européen (France)

Techniques analytiques

La teneur en eau

- **Principe :** la dessiccation du produit est obtenue à la température de 105 °C dans une étuve ; La teneur en eau est égale à la perte de masse. (AUDIGIE et al , 1978)

- **Mode opératoire :** le mode opératoire consiste à sécher une capsule vide à l'étuve durant 15 mn à 105°C, après refroidissement au dessiccateur celle-ci est tarée. On pèse 10 g de datte (pulpe) dans cette même capsule qui est ensuite, placée dans l'étuve préalablement réglée à 105°C pendant 18 heures. La capsule est ensuite retirée de l'étuve et placée dans un dessiccateur, ensuite elle est pesée.
- **Expression des résultats :**

$$H\ \% = \frac{M_1 - M_2}{P} \times 100$$

H% : humidité.
$\mathbf{M_1}$: masse du creuset + matière fraîche avant étuvage.
$\mathbf{M_2}$: masse de l'ensemble après étuvage.
P : masse de la prise d'essai.

Dosage des glucides
Dosage des sucres totaux

La méthode utilisée est la méthode réfractomètrique.

Principe : l'indice de réfraction de l'échantillon préparé est mesuré, puis converti en résidu sec soluble (degré Brix) a une température de 20°C.

Dosage des sucres réducteurs

La méthode utilisée est basée sur a réduction d'un complexe cuivrique (sulfate de cuivre)

Principe :

La réaction d'oxydation des glucides réducteurs s'écrit :

$$2\ Cu^{2+} + 2\ HO^- \quad 2\ e^- \Longrightarrow Cu_2O + H2O$$

Porter à ébullition, un précipité rouge brique de Cu_2O indique l'existence d'un pouvoir réducteur. (AUDIGIE et al , 1978)Après titration avec le NaOH, on peut estimer le taux de cuivre réduit par la liqueur sucrée.
Un tableau de correspondance indique la quantité de sucre connu dans la prise d'essai.

Teneur en saccharose

La teneur en saccharose est obtenue par la différence entre la quantité des sucres totaux et des sucres réducteurs présents dans l'échantillon :

Cendres
Le mode opératoire est le même que la teneur en eau, sauf que les capsules sont placées dans un four à une température de 500°C pendant 5 heures.
La teneur en cendre est calculée selon la formule suivante :

$$\mathbf{MO\ \% = \frac{M1 - M2}{P} X\ 100}$$

MO : matière organique
M1 : masse du creuset + prise d'essai
M2 : masse (creuset + cendre)
P : masse de prise d'essai.

$$\mathbf{Cendre\ \% = 100 - MO\ \%}$$

Acidité et pH
Les mesures du pH et de l'acidité sont faites sur la solution d'extraction des dattes, cette dernière est préparée comme suit :

- On ajoute 200 ml d'eau distillée à 10 g de datte (pulpe), et on laisse le mélange se reposer, le mélange est ensuite placé dans le bain-marie pendant 30 minutes. Apres sa filtration on procède à la détermination du pH, et l'acidité totale, cette dernière est estimée par titration avec le NaOH, en présence de quelques gouttes de phénolphtaléine.

Remarque
Les analyses statistiques des différentes données relatives aux paramètres physiques obtenues sont effectuées à l'aide du logiciel « STAT. I. T. C. F ».

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Résultats

Reprise des vitro-plants

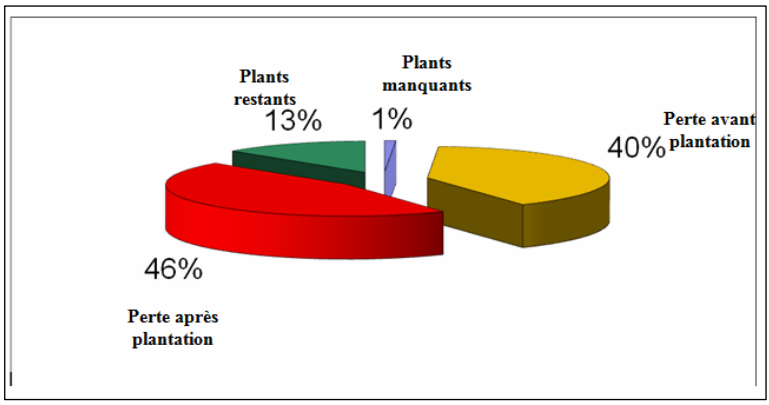
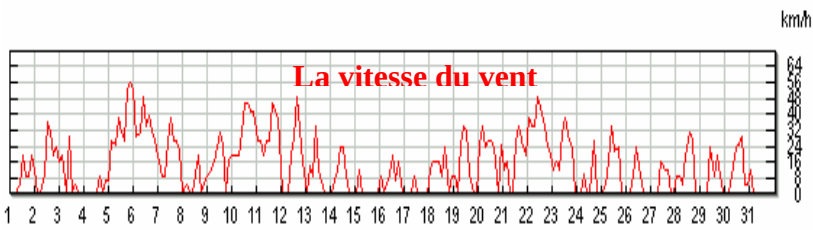


Figure 6 : taux de survie des vitro-plants

Avant la plantation, le taux de mortalité enregistré est d'environ 40%.Un mois après la plantation une feuille néoformée est enregistrée sur environ 10% des plants. Par la suite ces plants ont vu leur croissance et développement stagnés, en raison de la période hivernale.

En outre, l'arrivée de fortes tempêtes durant le mois de mars (2006) (graphe 1) a conduit à des pertes considérable au niveau des plants, amenant le taux de perte progressivement a 86% du nombre initiale (400 plants)



Graphe 1: la vitesse du vent durant le mois de mars 2006 (El Oued) (water underground)

Figure 8 : dégâts causés par les vents

Figure 8: problèmes d'ensablement

Description botanique de la Medjhoul

Les palmes : Elles sont courtes à moyennes (3 m) par comparaison a DN (3.5 m), et présente une légère courbure. De son développement la palme passe du vert foncé au jaune brun, avec l'apparition de bandes brunâtres au milieu, ce qui différencie la Medjhoul de la Deglet Nour.

Le tronc : Il est étroit de diamètre moyen de 160 cm.

Le pétiole : il est de taille moyenne et présente une pellicule légère sur les bords.

Les épines : elles sont rares, au nombre moyen de 30 par palme, leur longueur moyenne est 12 cm

Les folioles : elles sont rigides et rectiligne mais incurvées au milieu, elles sont au nombre moyen de 162, leur longueur varie selon leur position sur la palme (66 cm à la base ,54 cm au milieu et 28 à l'extrémité.), et leur largeur varie entre 4 a 5 cm

Les inflorescences : elles présentent une base orange courte, avec un grand nombre d'épillets, chaque épillet porte de 50 a 60 fleurs. ces dernières ont une couleur verte, et elles sont plus développées par rapporte à celles de la Deglet Nour (figure 9*).*

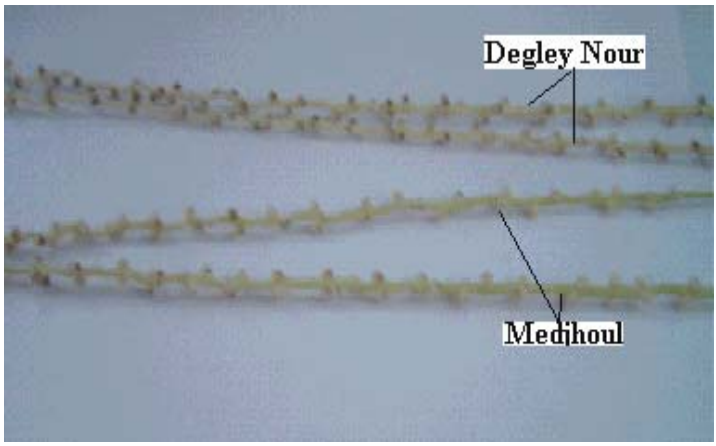


Figure 9 : inflorescences de la Deglet Nour et de la Medjhoul ,

Régimes : Ils sont jaune orange de taille courte à moyenne, mais épais, le régime peut être sujet à la cassure, en raison de l'importance du poids du fruit, d'où le recours habituellement au ciselage chez cette variété.

Fruit : le fruit de la variété Medjhoul se distingue aisément de la variété Deglet Nour par sa couleur (marron foncé) (*cf*. figure 10) sa grosseur et son poids élevé (27 g)

Graine « noyau » : elle est de couleur brun brillant plus foncé à l'extrémité, elle pèse par moyen 1,2 grammes. Environ la moitié du sillon est fermé avec des petites rides. Certaine graine présente des ailettes sur leur côté, ce qui est typique de Medjhoul et différente de toutes autres variétés.

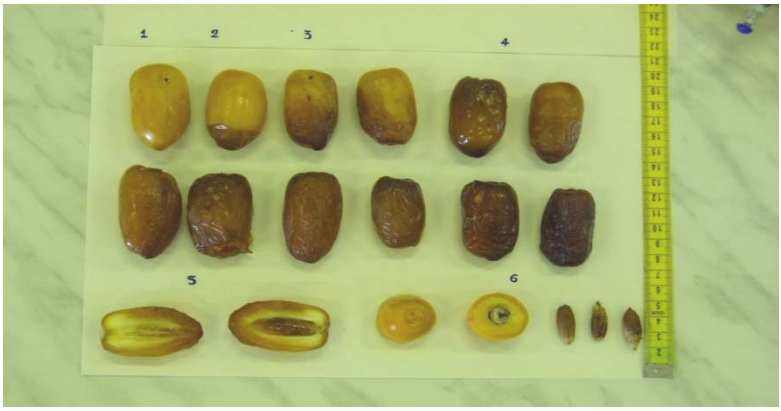


Figure 10: les différents stades de maturation de la datte de Medjhoul du Souf

Analyse des fruits
Analyses physiques

Tableau II: caractéristiques physiques des dattes et analyse de variance

cultivars	P.D (g)	P.P (g)	P.N (g)	P/N	L.D (cm)	D.D (cm)	L/DD	L.N (cm)	D.N (cm)	L/DN
Medjhoul Fr	19.7 **b**	18.5 **b**	1.2 **a**	15.42**b**	4.5**b**	2.6**b**	1.73**b**	2.4**b**	0.9**b**	2.67**b**
Medjhoul S	26.88**a**	25.24**a**	1.19**a**	21.53**a**	5.23**a**	2.94**a**	1.78**b**	2.51**a**	0.93**a**	2.71**b**
Deglet-Nour	8.78**c**	8.04**c**	0.73**b**	12.02**c**	4.04**c**	1.95**c**	2.07**a**	2.36**b**	0.74**c**	3.81**a**
ET	3.07	3.1	0.08	3.16	0.26	0.18	0.15	0.12	0.03	0.16
CV%	16.6	18.0	8.0	19.4	5.6	7.4	8.0	4.8	3.8	5.7
Test F	88.43	78.05	101.89	23.3	55.27	73.9	15.24	4.28	93.61	30.46
Signification	***	***	***	***	***	***	***	**	***	***

P.D:poids de la datte/P.P:Poids de la pulpe/P/N :Rapport pulpe/noyau /L.N :Longueur du noyau/L.D : longueur de la datte/P.D : Diamètre de la datte/ L/DD :Rapport longueur/diamètre datte /L.N : Longueur Noyau/D.N :Diamètre noyau / L/DN : Rapport longueur/diamètre noyau .Fr :France /S :Souf
E.T : Ecart type /C.V : coefficient de variance /TF :Test ficher / ***: signification à 0.1% /**: signification à 3 %

Le tableau VI illustre les caractéristiques physiques des fruits des trois échantillons testés. Pour l'ensemble des critères examinés le cultivar Medjhoul d'El Oued prend la première place, suivie de Medjhoul importée, et enfin la Deglet Nour. Notons que les trois variétés appartiennent souvent à trois groupes homogènes différents.
La grosseur du fruit distingue l'échantillon d'El Oued (26.8 g par fruit) par comparaison à la Deglet Nour qui ne fait que 8.78 g par fruit soit presque le tiers, le poids de la datte de la Medjhoul du Souf dépasse même la Medjhoul du Maroc (22.43g) étudie par HARRAK et al (2003) et aussi celle de l'Inde (23.68 g) étudie par V.K.Viji et al (2006). Notons également que des différences significatives sont observées entre la Medjhoul D'El Oued et celle du marchée européen, cette même répartition se retrouve quand on considère uniquement le poids de la pulpe.
Par ailleurs, le rapport pulpe sur noyau de la medjhoul d'El Oued (21.53) est supérieur significativement a celle du marchée européen (15.42) et surtout a celui de la Deglet Nour (12.02)

Analyses chimiques et biochimiques

Tableau III : caractères chimiques et biochimiques des trois échantillons

Variété	Teneur en eau %	pH	Acidité de MF g/kg	Cendre en %MS	Sucres Totaux %MF	Saccharose %MF	Sucre Réducteur %MF	Teneur en solide soluble
Medjhoul de marché européen	**29**	**6.46**	**0.32**	**1.7**	**54.35**	**3.28**	**50.9**	**55**
Medjhoul du Souf	**21**	**7.16**	**0.25**	**1.87**	**48**	**00**	**48**	**50**
Deglet Nour	**26.5**	**6.21**	**0.384**	**1.67**	**58.1**	**32.14**	**25.96**	**50**

Les résultats des analyses chimiques et biochimiques des fruits sont présentés dans le tableau VII
La teneur en eau de la Medjhoul du Marché européen est plus élevée que la Medjhoul du Souf.
La variété Medjhoul d'El Oued présente un pH légèrement alcalin, alors que celui de la Deglet Nour tant ver l'acidité, celui de la medjhoul importée est

intermédiaire. Au contraire l'acidité est la plus faible dans le cas des échantillons prélevé au niveau du Souf.
La datte Medjhoul présente la teneur en sucres totaux la plus faible et surtout dans le cas des échantillons prélevés au niveau du Souf. La différence la plus frappante en ce qui concerne les sucres concerne le saccharose, ce dernier est très peu présent voire inexistant dans le cas de la Medjhoul, au contraire dans le cas de la Deglet Nour le saccharose est bien présent (32%) et excède les sucres réducteurs.
En ce qui concerne la cendre et la teneur en solide soluble les trois cultivars montrent des résultats très proches.

Discussions

Malgré la courte durée de cette étude (8 mois), les résultats obtenus sont d'un grand intérêt sur le plan purement agronomique mais aussi du point de vue économique.
L'importance des pertes enregistrées aussi bien avant transplantation qu'après, montre la vulnérabilité des vitro-plants en question (300 g de poids, nombre de feuilles réduit,). En outre, les pertes se chiffre à 86 % du nombre initial, soit 400 plants, ce qui est très excessif, surtout pour un produit importé (devises). Notons qu'en moyenne le taux de pertes, en conditions normales de multiplication par rejet est de 25%.
En outre, leur introduction en milieu oasien en pleine période estivale (ETP=10, T=40°C et des vents chauds desséchants, chargés souvent de particules de sable). La vulnérabilité de ces vitro-plants dans ces conditions climatiques extrêmes est aggravée par l'emprisonnement des racines dans des alvéoles en matière plastique, et dans un volume restreint défavorable à leur croissance et leur développement.
Apres analyses des résultats obtenus et leur corrélation avec les conditions de culture in vitro plusieurs raisons semblent à l'origine des pertes enregistrées à savoir :

- La vulnérabilité des plants à l'origine, en raison de l'absence de la phase de durcissement, autrement dit leur séjour en serre de durcissement de 6 à 12 mois. A leur sortie les plants doivent avoir 4 feuilles pennées (ZAID, 2002)
- L'excès de l'eau d'irrigation, dont l'effet est aggravé par le dépôt de sable autour du plant (*cf*. figure 17), lequel entraîne une pourriture du cœur de certains plants. En plus cette dernière indique l'inadéquation entre besoins en eau réels et les doses d'irrigation.
- En outre, la hauteur de la couronne de protection faite de palmes sèches peut être à l'origine d'un manque de lumière.(MARIONNET, Comm, pers)

Il faut rappeler que déjà en conditions normales la multiplication du palmier dattier n'est pas facile et la reprise est conditionnée par de nombreux paramètres (poids de rejets, le sevrage, l'état sanitaire, l'entretien….)
A l'appuie de ces suggestions, la réponse des vitro-plants (productifs) de cette même variété Medjhoul au niveau du même site expérimental qui exprime à la fois la conformité variétale (comparée avec les données de ZAID, 2002), notons qu'à l'origine, ces vitro plants pèsent 5 Kg, ce qui confirme de nouveau la vulnérabilité des nouveaux vitro plants à la reprise (poids=300 g). Sur ces vitro-plants productifs l'analyse physique, chimique et biochimique permet de distinguer la variété Medjhoul de la variété Deglet Nour par de nombreux paramètres, dont le poids du fruit, le poids de la pulpe, le taux de sucres ....etc.
L'absence totale du saccharose donnant à la Medjhoul un goût moins sucré qui apparemment fait son succès sur le marché européen, où le consommateur est enquête de produits moins sucrés. Outre cet aspect diététique l'énorme travail de Marketing contribue amplement à sa commercialisation.
L'expression de ces critères au niveau du Souf de manière supérieur, à celle de l'aire d'origine de la variété Medjhoul (Maroc), ouvre des perspectives du développement de ce cultivar au milieu oasien, ce qui impose le recours à la micropropagation. Dans ces conditions certaines règles s'imposent, à savoir :

- La nécessité de la période du durcissement
- Eviter la plantation en période d'aléas climatiques extrêmes (été, hiver)
- Une maîtrise des doses et des fréquences d'irrigation
- Nécessité d'un calendrier entre la réception, le durcissement et la plantation.

CONCLUSION

Certes, la culture in-vitro ouvre de grandes perspectives pour l'agronome et l'agriculteur. Toutefois, son succès et sa vulgarisation exigent à la fois : technicité, rigueur et respect de certaines conditions, comme nous venons de le voir à travers le suivi et l'évaluation des vitro-plants de la variété Medjhoul introduite dans la région du Souf.
La bonne expression des critères mondiaux sur les marchés européens (grosseur du fruit, faible taux de sucres…etc.) montre, encore une fois, l'aptitude des conditions oasiennes à la culture du palmier dattier. Aussi le patrimoine génétique local constitue un réservoir non négligeable, cependant, le recours à la culture in vitro, peut être une voie de préservation des cultivars menacés de disparition. Par ailleurs, cette technique peut être aussi un moyen de valorisation d'autres cultivars d'intérêt économique

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIE

AUDIGIE CL. , FIGARELLA J., ZONSZAIN F. ,1978 – Manipulations d'analyses biochimiques. Doin éditeur-Paris. 238 P.
HARRAK H. , BOUJNAH M. ,HAMOUDA A. , 2003 – Caractérisations physiques et morphologiques des principales variétés de dattes marocaines. Al Awania 107, PP : 59 – 76.
VIJI V.K. THATAI S.K. et MONGA P. K., 2006 – Comparative performance of different date palm cultivars in Punjab, India. Third International Date Palm Conference, Abu Dhabi, abstract II , P : 24 , 166 P.
ZAID A., 2002 - **Date palm cultivation. FAO, plant production and protection paper. 156. Rev. 1.**

INTERNET :
www.waterunderground.com

BIOLOGIE ET ECOLOGIE DE GANIDA (*KOCHIA SCOPARIA* (L.) SCHRAD) : PLANTE ENVAHISSANTE DU PERIMETRE D'EL OUTAYA, BISKRA.

BENMEDDOUR T. ET FENNI M.
Laboratoire de Valorisation des Ressources Biologiques naturelles, Faculté des Sciences, Université Ferhat Abbas, Sétif 19000 Algérie.
t.benmeddour@yahoo.fr, Fennimodz@yahoo.fr

RESUME

Les plantes envahissantes causent d'importants dégâts aux cultures. Un cas est signalé par les bénéficiaires de la plaine d'El Outaya (Biskra), qui partagent 1137 hectares de terre arable, plantés d'arbres fruitiers menés en irrigué : c'est Ganida, ainsi nommée par les habitants de la région, et qui disaient qu'elle a été introduite comme plante fourragère. Le but de notre communication est de présenter les résultats d'une étude sur l'écologie, la biologie et la répartition de cette espèce dans la région de Biskra. Durant la campagne 2007/2008, nous avons réalisé 40 relevés floristiques et suivi la phénologie de cette espèce. L'étude de la biométrie et la notation de la germination des graines ont été réalisées dans deux stations. Les résultats obtenus montrent que cette espèce, originaire de l'Eurasie central, est une dicotylédone annuelle de 0,4 à 2,5 m de hauteur, d'une forme pyramidale, tige principale dressée, à tiges et rameaux raides. Le fruit en forme d'étoile contient une graine aplatie. *Kochia scoparia* est une thérophyte dont le cycle début en Mars et se termine en Novembre, elle produit environ 20000 graines par plante. Commune aux champs cultivés et aux bords des routes, elle est appréciée par le bétail. Dans les cultures irriguées, elle forme des colonies très denses, le feuillage est très important au printemps. En plein été, sa croissance est maximale, elle devient raide. La floraison débute en Septembre et continue jusqu'à la fin d'Octobre, très couverte de poiles, elle devient d'une couleur blanchâtre. Après dissémination des semences, la plante se dessèche et reste dressée, inhibant ainsi la végétation et rendant difficile tout travail du sol. Abondante dans la plaine d'El Outaya, elle se concentre dans le périmètre irrigué M'keïnet, des populations réduites aux sites de Feliach et Sidi Okba, elle est absente dans le site de Ain Bennaoui et El Hajeb. En général, elle s'installe sur les terrains perturbés et irrigués, jusqu'à maintenant, elle n'a pas encore envahit les habitats naturels. Vu le caractère invasif de la plante, l'importante biomasse de la plante, le pouvoir de persistance des graines dans le sol, le mode de propagation, l'adaptation

de l'espèce au climat de la région et aux pratiques phytotéchniques (principalement l'irrigation), cette plante constitue une espèce problématique dans les cultures du périmètre d'El Outaya où plusieurs bénéficiaires ont abandonné leurs parcelles puisqu'elles sont envahies par cette plante. Le détail de ces premières informations recueillis sur cette espèce est d'une grande utilité pour la mise en place d'un plan intégré de gestion et de lutte contre cette espèce.
Mots clés : *Kochia scoparia*, *biologie, écologie, plante envahissante, Biskra*.

INTRODUCTION

Les organismes qui sont déplacés de leur habitat native vers une nouvelle localisation sont typiquement reportés comme « non-natives », « non-indigènes », « exotiques » ou « aliènes (Ang. Alien)» pour le nouveau environnement. Certains organismes exotiques causent des problèmes sérieux dans leurs nouveaux environnements et son collectivement nommés espèces envahissantes ou invasives (Venner, 2006). Selon Bakker et Wilson (2004), les invasions biologiques peuvent altérer d'une façon permanente les structures et les fonctions des écosystèmes. Les espèces invasives allogènes imposent des coûts considérables à l'agriculture, elles affectent les espèces indigènes et les écosystèmes de manière souvent irréversible. Le déplacement des semences est facilité par les moyens de transport modernes à la fois délibéré et involontaire (Wittenberg *et al.,* 2001).
Une espèce envahissante et fortement nuisible aux cultures est signalée par les agriculteurs de la plaine d'El Outaya (Biskra): c'est *Kochia scoparia* (L.) Schrad ou Ganida, ainsi nommée par les habitants de la région. L'espèce Kochia existe au nord et au centre de l'Australie, au nord-est et nord central des Etats-Unis d'Amériques, au Canada, en Afghanistan, en Afrique du sud, en Ukraine et au Pakistan (Pheloung *et al.*, 1999 ; Sergei et Oksana, 2003 ; Khan *et al.*, 2006). D'après Low (2002), elle est volontairement introduite dans plusieurs pays à des fins divers : sur les sols salins, en tant que fourrage, et pour lutter contre l'érosion. Selon Lee *et al*. (2005), elle a été introduite aux Etats-Unis d'Amériques, et elle est devenue une plante très nuisible aux céréales. En Australie, elle est considérée comme une mauvaise herbe potentiellement très redoutable dans les agricultures des sols secs, essentiellement dans les régions à bioclimat méditerranéen frais. Le kochia à balais est classé comme une mauvaise herbe présente avec une forte pression dans les cultures de pois chiches et de lentilles au Canada. Elle est parmi les 12 espèces identifiées comme introduites au Maroc par Tanji et Taleb (1996). En plus de ces impactes sur l'agriculture, elle présente un autre risque pour la santé, la caractérisation des extrais de

pollen de *Kochia scoparia* a mis en évidence l'existence d'allergène (Wurtzen *et al.,* 1995).

Les inventaires floristiques réalisés dans la région de Biskra, soit des adventices des cultures (Sana, 2003 ; Diab, 2005), ou ceux de la flore spontanée (Aidoudi, 2007 ; Bouazizi, 2007 ; Hadj Youcef et Hamed, 2008) n'ont pas signalé ou identifié (si échantillonnée) cette espèce. Aucune étude en Algérie, à la limite de nos connaissances, n'a signalé cette espèce comme problématique. Le seul cas à relever est celui de la plaine de l'Ouatya (3300 ha) dans la Wilaya de Biskra, où un périmètre agricole a été réalisé en 2003 sur 1137 hectares menés en irrigué avec les eaux du barrage Fontaine des Gazelles. Actuellement, c'est-à-dire cinq ans après la mise en valeur de ce périmètre, presque la quasi-totalité des parcelles est envahie par *Kochia scoparia*. La majorité des bénéficières ont abandonné leurs parcelles, sur les 430 exploitants agricoles que l'ONID (Office National d'Irrigation et de Drainage) dessert en eau d'irrigation, seuls 160 ont émis le souhait de bénéficier des services de l'ONID en 2008.

Le but de notre travail est l'étude de l'écologie, la biologie et la répartition de cette espèce dans trois zones agricoles de la région de Biskra, pour recueillir le plus d'informations sur cette espèce problématique et peu étudiée.

MATERIELS ET METHODES

1 - Situation géographique et climat de la région d'étude

D'une altitude (55-250 m), la région de notre étude est une zone aride située dans l'étage saharien à hiver tempéré (Benseghir, 2006), caractérisé par des températures très élevées en été, l'hiver est relativement froid. Le mois le plus chaud est Juillet et le plus froid est Janvier. Les pluies sont brutales et irrégulièrement réparties sur l'année. La période pluvieuse s'étend de Novembre à Avril et la saison sèche de Mai à Octobre. La moyenne des précipitations est de 108 mm. Les vents à Biskra sont relativement fréquents durant toute l'année. En période hivernale les vents humides et froids venants du nord-ouest sont les plus dominants. Les vents de sable sont fréquents au printemps et en automne, l'été est caractérisé par le sirocco. Du point de vue humidité relative les mois les plus humides sont Octobre, Décembre, Janvier et Février alors que les plus secs et chauds sont Juin, Juillet et Août. L'évaporation moyenne mensuelle est intensifiée par les vents secs et chauds, elle est maximale en Juillet et minimale en Janvier (Bouazizi, 2007).

2 - Choix des stations

Le choix des stations est néanmoins orienté par la présence de *Kochia scoparia*, plante envahissante qui fait l'objet de notre étude, dans les périmètres agricoles et les milieux naturels voisins. Au début de la campagne cette étude est limitée dans la zone de l'Outaya, située au nord-ouest du chef lieu de la Wilaya où l'espèce est signalée. Après confirmation de la détermination de l'espèce, nous avons choisie deux autres zones agricoles, ce choix est basé sur les facteurs écologiques et les pratiques phytotechniques. La deuxième zone choisie limite la ville de Biskra du sud-est. La troisième limite Biskra du sud et du sud-ouest, elle est intermédiaire entre les deux zones précédentes. Notre région d'étude s'étend sur environ 45 km, c'est la distance qui sépare l'Outaya de Sidi Okba.

Zone I : Stations de M'keinet et d'El Outaya : La station d'El Outaya est située à 25 km au Nord-ouest de Biskra, l'altitude est de 250 m. M'keinet est située à 10 Km, son altitude est de 200 m. C'est une plaine étendue, le site de M'keinet est dominé par l'arboriculture et les cultures maraichères. Au site d'El Outaya, nous rencontrons des palmeraies anciennes et nouvelles, ainsi que des cultures maraichères et de l'arboriculture. L'irrigation est réalisée principalement par l'eau du barrage de la Fontaine des Gazelles, c'est une eau de qualité moyenne avec un risque salin très élevé et un risque alcalin faible. Le sol du périmètre de M'keinet est de texture limono-argilo-sableuse (LAS), peu profond, peu poreux, non battant avec un risque de salinité élevé (Saidi *et al.*, 2006).

Zone II : Stations de Feliach et Sidi Okba : La station de Sidi Okba se situe à 18 km au sud-est de Biskra, c'est une plaine occupée par des palmeraies, des cultures maraichères et de l'arboriculture. L'irrigation est réalisée par l'eau des forages et l'eau du barrage Foum El Kherza. L'altitude dans cette zone varie entre 55 m (Sidi Okba) et 85 m (Feliach).

Zone III : Stations de Ain Bennaoui et El Hadjeb : Cette station est située à 18 km au sud-ouest de Biskra, elle est dominée par des palmeraies, surtout à El Hadjeb. L'irrigation est réalisée par l'eau des forages. L'altitude est de 140 m à El Hadjeb et 130 m à Ain Bennaoui.

3 – Ecologie et phénologie

Durant la campagne 2007/2008, 40 relevés floristiques ont été réalisés dans les différents sites choisis, afin d'étudier le degré d'infestation de l'espèce, son écologie et sa répartition dans la région. Le mois d'Octobre parait le plus convenable au suivi de l'espèce *Kochia scoparia*, c'est la période où elle atteint sa pleine floraison. Le suivi de la phénologie de l'espèce a été réalisé au niveau du site M'keinet, entre Novembre 2007 et Octobre 2008, à cet effet, 40 relevés phénologiques ont été réalisés (tableau 1)

Tableau 1 : Les relevés phénologiques

Mois	Nov 2007	Déc 2007	Janv 2008	Fev 2008	Mars 2008	Avril 2008	Mai 2008	Juin 2008	Juil 2008	Aout 2008	Sept 2008	Oct 2008
Nombre de relevé	1	2	1	2	4	6	6	4	2	1	4	7

4 - Germination et biométrie

Les semences de l'espèce Kochia ont été prélevées du site M'keinet en Décembre 2007, nous avons ramassé une quantité de débris de la plante qui forment un tapis sur le sol dans un sac en papier, le contenue est mélangé dans l'eau de robinet dans un récipient de 10 l, agité à la main et laissé pendant 5 mn, le surnageant est récupéré avec l'eau et transverse dans un tamis de 2,5 mm. La suspension résultante qui contient les semences est passée ensuite dans un tamis de 0,7 mm pour éliminer les gouttelettes d'eau et les particules fines. Le reste est séché à l'air libre sur un papier buvard. Les mesures de la taille des semences ont été réalisées sur 20 graines à l'aide du papier millimétrique. Les observations de la germination sont faites à l'aide d'une loupe (x5).

Le site de M'keinet parait le plus adapté au développement de Kochia, c'est pour cela que nous avons choisi ce site pour le suivie de la germination sur terrain et pour l'étude de la biométrie. Le suivie de la plante a lieu du début Mars jusqu'à la fin Octobre 2008, nous avons choisi deux placettes dans une parcelle homogène du point de vue pédologique, le sol est initialement couvert par les débris de Kochia (fig. 1) qui contiennent un nombre important de semences (le nombre est inconnu). Le premier sol est non travaillé et le second est labouré superficiellement (profondeur 3 cm) à l'aide d'un bâton métallique de 20 cm. L'irrigation se fait avec l'eau du

barrage, par inondation. Nous avons noté la germination des semences et suivi la croissance de la partie aérienne. Les mesures sont prises par un ruban gradué (cm), la hauteur de la plante est mesurée à partir du niveau du sol au point apical de la tige principale, la largeur est mesurée horizontalement. Les feuilles sont mesurées par un double décimètre. Au stade floraison les fleurs sont observées à la loupe. Les mesures sont effectuées à différents stades sur la plante qui présente la plus grande taille dans la population. L'appareil radiculaire est mesuré seulement au début et en fin du cycle végétatif. Nous avons noté aussi les différences de croissance entre des individus solitaires et ceux en population.

RESULTATS ET DISCUSSION

1 - Noms et origine de *Kochia scoparia*

Nommé à l'honneur de W. D. J. Koch (1771-1849), directeur du Botanical Garden à Erlangen (Allemagne), *Kochia* Roth in Schrad. (Journ. Bot. 1 : 307. Pl. 2. 1801) comporte près de 35 espèces dont l'espèce type est *Kochia scoparia* (L) Roth (Abrams, 1951). C'est une dicotylédone herbacée de la famille des Chénopodiacées (Chenopodiaceae). Les noms communs de cette espèce sont Kochia, fireweed (mauvaise herbe qui est éliminée par brulage), tumbleweed (mauvaise herbe roulante), Tonburi au Japon (Han *et al.*, 2005) et Ti Fou chez les chinois (Boullard, 2001). En français, elle est appelée Bassi à balais ou Belvédère. En Grande Bretagne, c'est Common Kochia, Mexican Firweed, Summer cypres. (Bock, 2005). La forme cultivée ornementale est appelée le cyprès d'été (Ang. summer cypress), Kochia à balais (utilisée pour la fabrication des balais) ou buisson en flamme (Ang. burning bush) puisque en fin de cycle elle devient d'une couleur rougeâtre (Pheloung *et al*., 1999). Le code Bayer (Base de données EPPT) de l'espèce est KCHSC (OEPP, 2006). Son synonyme est *Bassia scoparia* L. (Fischer *et al*., 2000 ; Delon, 2007). *Kochia scoparia* (L.) Schrader est native du monde ancien (Abrams, 1951), originaire des zones arides et semi arides de l'Eurasie centrale (Fischer *et al*., 2000 ; Brenzil, 2004 ; Lee *et al.,* 2005) ou zone Irano-Turanian (Sergei et Oksana, 2003).

2 - Biologie et écologie

Vers la fin du mois de Novembre les plantes de Kochia sont sèches et dressées, elles constituent des touffes volumineuses d'une couleur de foin blanchâtre (Fig. 2), cette couleur est due à la présence de nombreux poils, elles gardent cet aspect jusqu'au mois de Décembre. En Janvier, plusieurs plantes tombent sur le sol et sont entrainées par le vent, les débris forment un tapis et couvrent le sol (fig. 1) surtout dans les endroits bas. Au mois de Mars les premières pousses commencent leur levée aux endroits irrigués, les périodes de froid qui caractérisent ce mois retardent la levée. Les pousses levées sont d'une couleur violacée et d'un aspect raide constituant

un tapis dense couvrant le sol. En Avril les plantes commencent la montaison, le feuillage est dense et l'aspect est doux (fig. 3). Les ramifications se produisent généralement en Mai et Juin (fig. 4), l'aspect des plantes devient raide. En Juin une croissance importante est remarquée, la couleur devient plus claire, cette croissance est maximale en Juillet et Août, en Septembre les plantes montent en fleurs, la couleur devient blanchâtre (fig. 5), la floraison continue jusqu'au mois d'Octobre. Kochia termine son cycle vers la fin du mois d'Octobre - début Novembre. Les plantes se dessèchent et restent dressées.

Au site de M'keinet toutes les parcelles sont envahies par Kochia, à l'exception de quelques parcelles qui ont connu un contrôle manuel continue pendant 4 ans successifs. Dans les parcelles abandonnées Kochia est absente. L'indice d'abondance de l'espèce, selon l'échelle de Barralis (Dessaint *et al*., 2001), est de 5 dans toutes les parcelles envahies, soit plus de 50 plantes par mètre carré. En route vers la ville de Biskra, où un programme de reboisement avec un système de micro-irrigation (goutte à goutte) est réalisé, nous avons remarqué l'existence de Kochia dans les endroits plantés. Au site d'Ain Bennaoui, Kochia est absente. Au site d'El Hadjeb nous avons relevé l'existence de quelques individus de l'espèce dans une seule palmeraie nouvellement plantée. Au site de Feliech, à l'exception des bords de la route où quelques individus solitaires ou en petites colonies sont installés, aucune infestation par Kochia n'est signalée. En route vers Sidi Okba, Kochia est présente avec des populations peu denses dans quelques parcelles nouvellement crées avec un système de micro irrigation. A Sidi Okba, nous avons observé des parcelles envahies avec une densité de plus de 50 plantes par mètre carré, les agriculteurs font de grands efforts pour l'éliminer.

Figure 11: Sol couvert par les débris de Kochia avant irrigation au site de M'keinet. Photo de T. Benmeddour 25/02/2008.

Kochia se renouvèle facilement dans les parcelles à irrigation continue, nous avons remarqué qu'il existe une inhibition intense du développement des jeunes arbres fruitiers cette inhibition se manifeste par un nanisme et un feuillage dégradé. La germination de Kochia est remarquée aux endroits bas du sol, dans les rangs des cultures, aux bords des rigoles d'irrigation (Saguia) et dans les fossés où les arbres sont implantées. Kochia préfère les habitats humides et perturbés, elle se développe sur différents types de sols, souvent dans des sols salin/alcalin (Anonyme, 2002). Shaw et Diersing (1990) ont remarqué que suite au trafic des engins militaires chenillés dans les champs, beaucoup d'espèces végétales ont disparues et beaucoup d'autres y compris *Kochia scoparia* se sont installées.

Figure 2: Plantes sèches de Kochia au site M'keinet. Pho. par T. Benmeddour,

Dans toutes les stations l'existence de Kochia est liée principalement à l'irrigation et beaucoup plus à la micro irrigation (goutte à goutte), le phénomène d'invasion est noté seulement dans les parcelles ensoleillées, c'est des parcelles d'arboriculture crées nouvellement, avec un espacement important entre les rangs. En cohérence avec son métabolisme C4 les feuilles de Kochia fixent des taux élevés de CO_2 à intensité élevée de lumière (Fischer *et al.*, 2000). La photosynthèse des plantes C4 n'est pas limitée à forte luminosité (Hopkins, 2003), ces plantes ont un faible point de compensation en CO_2 et une activité photosynthétique élevée (Mazliak, 1981). Ces facteurs expliquent la distribution de Kochia dans la région de Biskra, au niveau des sites d'El Hadjeb et Ain Bennaoui la majorité des parcelles sont des palmeraies anciennes où la lumière est faible près du sol. Dans les cultures maraichères qui nécessitent un suivie manuelle continue, Kochia ne constitue pas généralement un risque, sauf s'il n'y a pas de control.

En Octobre et Novembre, la germination des semences est favorisée par les pluies d'automne et les températures modérées, cette germination est importante si le sol est travaillé ; d'où l'importance de la méthode du faux semis pour éliminer le maximum de semences. La culture de la fève, dominante dans la zone de Sidi Okba, commence généralement son cycle en automne et delà elle n'est pas exposée au problème de Kochia. L'homogénéité des cultures dans le périmètre de M'keinet, les mêmes espèces implantées dans toutes les parcelles avec les mêmes techniques, semble un facteur favorable à la propagation de Kochia ; d'où l'importance de diversifier les techniques culturales et les espèces cultivées. Kochia est une mauvaise herbe roulante (Ang. Tumbleweed). Les vents hivernaux très fréquents dans la région entrainent les plantes cassées entre les parcelles et entre les périmètres, surtout vers les zones Est et Sud-est. L'utilisation de Kochia comme fourrage par les agriculteurs de la région favorise aussi sa dissémination.

Kochia est une halophyte à des taux non extrêmes (Shamsutdinov, 2004 ; Khan *et al.*, 2006 ; Aboura, 2006 ; Kafi et Jami-al-Ahmed, 2008). Le taux de salinité des sols de la zone d'El Outaya, le risque de salinité de l'eau d'irrigation (Saidi *et al.*, 2006), la faible hauteur des précipitations et l'absence de drainage sont des facteurs qui ont favorisé l'installation et l'invasion de Kochia. La nature du sol dans le site de M'keinet, une texture argilo-limono-sableuse et un taux de calcaire très élevé, est un autre facteur d'adaptation pour Kochia. Selon Georgen *et al*. (1991) les racines de Kochia prolifèrent et puisent l'eau facilement dans les calcaires, mieux que les racines du tournesol et du coton. Le système racinaire très évolué de Kochia peut facilement pénétrer dans les sols poreux peu profonds à profonds favorisant l'installation de populations denses et volumineuses. Elle présente une grande réponse au taux élevés d'azote et se développe

vigoureusement pendant 1-2 ans dans les sols abandonnés jusqu'à l'épuisement de l'azote (Anonyme, 2002).

Figure 3: Plantes de Kochia au site M'keinet.

3 - Germination et biométrie

Dans le sol travaillé, le nombre des pousses qui lèvent est très important, les premières levées s'observent 3 jours après la première irrigation et les dernières 6 jours après. En l'espace d'une semaine, le sol est totalement couvert par les jeunes pousses (fig. 6). Dans le sol non travaillé le nombre des pousses qui lèvent en 3 jours est très réduit, cette levée est remarquée seulement au niveau des fissures (fig. 7). Brenzil (2004) a montré que la germination et la levée sont très rapides (1 à 3 jours) lorsque les conditions sont appropriées, les semences de Kochia germent aisément lorsqu'ils sont proches de la surface du sol. Suite au phénomène de compétition cette différence en densité est en faveur des pousses relativement dispersées (dans le deuxième sol) qui ont un rythme de croissance accéléré aux premiers stades de développement, cela est confirmé par les résultats de Ramseir et Weiner (2006), qui ont démontré que le premier déterminant de la croissance d'un individu de Kochia est le nombre et la taille des individus voisins. Donc c'est la biomasse du peuplement qui exerce un effet inhibiteur sur la croissance des individus.

Au début du cycle végétatif, la croissance est retardée par les basses températures. Les racines de Kochia paraissent être moins effectives dans l'extraction de l'eau lors de leur premier contact avec le sol en comparaison avec cette effectivité quelques jours après (Georgen *et al.*, 1991). En Juin, la température augmente la vitesse de la croissance de Kochia**.** Au mois de Juillet la plante atteint une taille importante et ralentit sa croissance. En Septembre et Octobre, elle reprend sa croissance et montent en fleurs. Dans le site de M'keinet les peuplements de Kochia sont très denses, la ramification (croissance en largeur) ne se produit généralement qu'après 2 mois. Les plantes de Kochia en peuplement encombrés croissent plus en hauteur que les plantes non encombrées, mais leur croissance en largeur (diamètre) est nettement limitée par la compétition, par conséquence elles sont plus minces et de même taille (Weiner et Fischman, 1994).

Les feuilles sont alternées, lancéolées ou lancéolées-linéaires. Elles présentent des tailles différentes selon le stade phénologique, au début du cycle : 2,5-3,5 cm. En avril, le feuillage est dense, les feuilles mesurent alors 2-3 cm. Au stade floraison les feuilles mesurent 1-2 cm. Weiner et Fischman (1994) ont démontré que la longueur des feuilles de Kochia diminue en fonction de la longueur et le nombre des branches produites.

A maturité, Kochia produit un nombre important de branches, au stade floraison, nous avons compté plus de 60 branches pour une plante de 250 cm d'hauteur. Ces branches sont dressées, simples à ramifiés donnant une forme pyramidale à la plante. Les fleurs sont apétales discrètes sessiles, en épis courtes et poilues, formant une panicule droite. Ces épis ont des bractées foliacées d'environ 0,5 cm. La longueur des poils est égale à la longueur des bractées. Chaque fleure mesure 1-2 mm, à périanthe fructifère brièvement poilu, 5 étamines bien visibles avec de grands anthères jaunes orangés, 5 sépales vertes en forme de triangle deviennent ailées le long de leurs surface externe lorsque la fleur se murit en fruit. Le fruit est une capsule quelque peut aplatit mesure environ 2 mm et contient une seule graine. Cette capsule reste enveloppée par les sépales jusqu'à dissémination de la graine. La graine aplatit est ronde d'un coté et pointu de l'autre, d'une couleur brun foncée, mesurant environ 1,5 cm.

La longueur des racines au début du cycle végétatif est de 10 cm, la hauteur de la plante est alors de 4 cm. A la fin du cycle, elles atteignent 130 cm, la hauteur de la plante est alors de 250 cm. Kochia possède généralement un appareil radiculaire pénétrant en profondeur pouvant atteindre 1,8-2,4 m (Esser, 1995 ; Anonyme, 2002). Au mois d'Avril, les feuilles présentent la taille maximale (4 mm), les plantes sont regroupées en touffes avec un feuillage très dense, ces touffes couvrent le sol à 100 % (fig 3). La surface de recouvrement passe successivement de 0,07 m^2 en Avril, 0,15 m^2 en Mai, 0,60 m^2 en Juillet à 1,32 m^2 en Octobre. Au mois de Mai 7 plants de Kochia couvrent plus de 1 m^2 de la surface du sol.

Tableau 2 : Croissance en longueur et en largeur de *Kochia scoparia*

mois		Mar			Avr		Mai		Juin		Juil		Août		Sep		Oct	
Nombre de jours	3	6	12	30	45	60	75	90	105	120	135	150	175	190	205	220	235	250
Hauteur en cm	1	3	5	10	26	32	53	81	127	166	194	204	206	217	220	240	250	250
largeur en cm	0,5	3	5	7	7	7	20	30	55	80	88	90	95	100	110	120	130	130

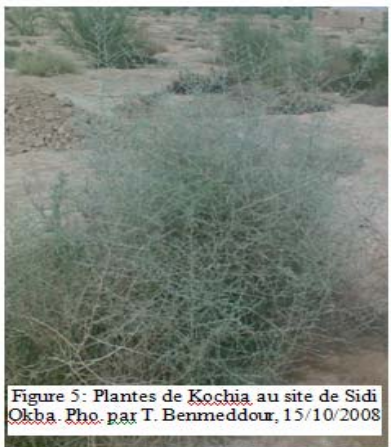


Figure 5: Plantes de Kochia au site de Sidi Okba. Pho. par T. Benmeddour, 15/10/2008

Figure 4: Plantes de Kochia au site M'keinet. Pho. par T. Benmeddour, 05/06/2008

Figure 6: Germination dans un sol travaillé après 15 jours. Site M'keinet. Pho. T. Benmeddour 30/03/2008.

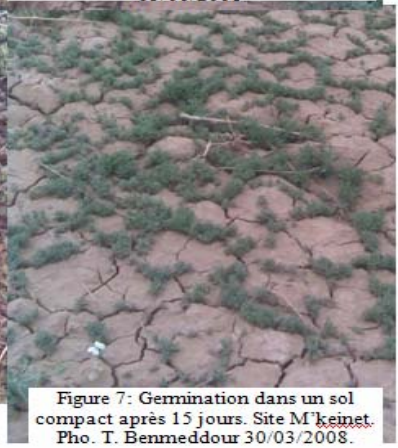


Figure 7: Germination dans un sol compact après 15 jours. Site M'keinet. Pho. T. Benmeddour 30/03/2008.

CONCLUSION

Kochia scoparia (L.) Schrad. est le nom scientifique de cette espèce envahissante nommée localement Ganida ou Gannouda. Une minorité des agriculteurs de la zone d'El Outaya disent que c'est une plante connue depuis longtemps et la majorité d'entre eux confirment qu'il s'agit d'une plante apparue lors de la première utilisation des eaux du barrage de la Fontaine des gazelles. A Sidi Okba les agriculteurs parlent aussi d'une espèce introduite comme plante fourragère. Le suivie de la distribution de Kochia dans la région de Biskra a montré que cette espèce à coloniser d'importants périmètres agricoles. Notre étude à confirmer que le premiers foyer qui a connu le phénomène d'invasion par Kochia est le site de M'keinet, lors de la première utilisation de l'eau du barrage Fontaine des gazelles en 2004. A partir de cette date et en l'espace de 3 ans, Kochia a envahit totalement le périmètre. Le site de Sidi Okba connait aussi une invasion dans quelques parcelles mais à degré inférieur. La durée de propagation est très courte, l'apparition de quelques individus dans certaines parcelles peut présenter un risque d'envahissement. L'association de cette apparition avec l'utilisation de l'eau de Barrage Fontaine des Gazelles nous amène à penser à une préalable contamination de céréales importées, les moulins des Ziban à El Kantara sont près de Oued El Hay qui alimente le barrage. En Australie Kochia est introduite par cette même voie (Pheloung *et al.*, 1999).

Kochia a bouleversé l'agro-écosystème du périmètre M'keinet, d'où la nécessité d'un contrôle intense par l'application des méthodes adéquates de lutte contre cette espèce envahissante. L'éradication est presque totalement dépendante de la détection précoce des espèces allogènes dans le champ. L'idéal c'est la destruction immédiate des individus lors de leur première apparition. Un control effectif requiert une surveillance répétée de la même zone pour les plantes survivantes, si l'éradication est dans le but de la conservation de l'environnement, il faut créer une zone de sécurité autour de la zone contrôlée par la destruction des individus présents**.** *Kochia scoparia* peut être contrôlée pendant la jachère avec un labour conventionnel avec disc et cultivateur de champs. Les herbicides, comme l'atrazine et le glyphosate, peuvent être aussi utilisés dans les parcelles non labourées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aboura, R. 2006. Comparaison phyto-écologique des atriplexaies situées au nord et au sud de Tlemcen. Mém. Mag. Bio. Vég., Univ. Tlemcen, 208p.

Abrams, D-L. 1951.Illustrated Flora of the Pacific States. Stanford University Press,874 p.

Aidoudi, A. 2007. Inventaire des plantes médicinales de la région de Biskra et Tolga et leur importance dans la thérapie. Mém. D.E.S. Bio. Vég., Univ. Biskra, 60p.

Anonyme. 2002. Guide to Weeds in British Columbia. British Columbia Ministry of Agriculture, Food and Fisheries. Open Learning Agency. Canada. 198p.

Bakker, J. D. and Wilson S. D. 2004. Using Ecological Restoration to Constrain Biological Invasion. journal of Applied Ecology, **41:**1058-1064.

Benseghir, A. 2006. Contribution à l'étude de l'état nutritionnel par la méthode du diagnostic foliaire de trois variétés d'abricotier (*Prunus armeniaca* L.) en zone aride (commune de Doucen - w. Biskra). Mém. Ing. Agro., Univ. Biskra, 92p.

Bock, B. 2005. Base de données Nomenclaturale de la flore de France, BDNFF. V4.02. disponible sur http://www.tela-botanica.org/eflore/BDNFF/4.02/nn/9281/export/ [25/10/2008].

Bouazizi, S. 2007. La répartition spatiale de la végétation spontanée en relation avec la salinité des sols dans la région d'Ourlal (Biskra). Mém. Ing. Eco. Vég. Environ., Univ. Biskra, 69p.

Boullard, B. 2001, Plantes médicinales du monde: Réalités & Croyances. Estem. Paris. 660p.

Brenzil, C. 2004. Control of Tumbleweeds : Managing Kochia and Russian thistle, Saskatchewan Agriculture and Food, government of Saskatchewan. http://www.agriculture.gov.sk.ca. [22/10/2008].

Delon, D. 2007. Index synonymique de la flore de France. BDNFF. Version 4.02. http://www.tela-botanica.org. [25/10/2008].

Dessaint, F., Chadoeuf R. et Barralis G. 2001. Diversité des communautés de mauvaises herbes des cultures annuelles de Côte-d'Or (France). Biotechnologie Agronomie Soc. Environ., **5**:91-98.

Diab, N. 2005. Inventaire de la flore adventice de la palmeraie des zibans. In : Bilan des activités (2004-2005), Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne, 222p.

Esser, Laura L. 1995. *Kochia scoparia* In: Fire effects Information System. U. S. Department of Agriculture, Foreste Service, Rocky Mountain research station, Fire Sciences Laboratory. Disponible sur : http://www.fs.fed.us. [8/10/2008].

Fischer, A. J., Messersmith C. G., Nalewaja J. D. and Duysen M. E. 2000. Interference between Spring Cereals and *Kochia scoparia* Related to Environment and Photosynthetic Pathways. Agronomy Journal, **92**:173-181.
Georgen, P. G., D-C Jessica and Taylor H. M. 1991. Root Growth and Water Extraction Patterns from a Calcic Horizon. Soil Science Society of America Journa., **55**:210-215.
Hadj Youcef, A., et Hamed S. 2008. Contribution et caractérisation floristique et l'étude de l'effet de l'écosystème sur l'agrosystème dans trois zones de la région de Biskra**.** Mém. Ing. Ecol., Univ. Biskra, 92p.
Han, Li-Kun, Nose R., Li W., Gong Xiao-Jie, Zheng Yi-Nan, Yoshikawa M., Koike K., Nikaido T., Okuda H. and Kimura Y. 2006. Reduction of Fat Storage in Mice Fed a High-fat Diet Long Term by Treatment with Saponins Prepared from *Kochia scoparia* Fruit. Phytotherapy Research., **20**(10):877-882.
Hopkins. 2003. Physiologie végétale. Deboeck. Paris. 520p.
Kafi, M. and Jami-al-Ahmed M. 2008. Study of Kochia (*Kochia scoparia*) as a Forage Crop. Biosaline Agriculture and High salinity Tolerance. Section II. Birkhause Basl. Switzerland. pp.177-195.
Khan, M.A., Kust G.S., Barth H.J. and Böer B. (eds.). 2006. Sabkha Ecosystems. Springer. Netherlands. II:129-153.
Lee, B. S., Kim M. Y., Wang R. R. C., and Waldron B. L.. 2005. Relationships Among 3 Kochia species Based on PCR-Generated Molecular Sequences and Molucular Cytogenetics. Genome, **48**:1104-1115.
Low, Tim. 2002. Working to Stop Further Invasions. Newsletter of the Invasive Species Council, Volume 1, Issue 2, 12p.
Mazliak, P., 1981. Physiologie végétale, nutrition et métabolisme. Herman. Paris. 350p.
OEPP, Organisation Europeenne et Mediterraneenne pour la Protection des Plantes. Service d'Information. 2006. Partie : Plantes envahissantes. PARIS. N° 3,2006,69, p.15.
Pheloung, A., Swarbrick J., and Roberts B. 1999. Week Risk Analysis of a Proposed Importation of Bulk Maize (*Zea mays*) from the USA. Weed Technical Working group, Austria, 80p. http://www.daff.gov.au. [25/10/2008]
Ramseir, D., and Weiner J., 2006, Competitive Effect is Linear Function of Neighbor Biomass in Experimental Populations of *Kochia scoparia*. Journal of Ecoogy, **94**:305.
Saidi, S., Zine S. et Selloum F. 2006. Aménagement hydro-agricole dans les zones arides : cas périmètre irrigué (M'keinet) dans la plaine d'El Outaya Wilaya de Biskra. Mém. Ing. Aménag. Milieux phys., Univ. Batna, 134p.
Sana, A-K. 2003. Inventaire des adventices des cultures dans la région de Biskra. Station Régionale de la Protection des Végétaux, Biskra.

Sergei, L. Mosyakin and Oksana G. Yavorska. 2003. The Nonnative Flora of the Kiev (Kyiv) Urban Area, Ukraine: A Checklist and Brief Analysis. Urban Habitats, **1**(1) :45-65.

Shamsutdinov, N. 2004. Halophytes of natural flora and their use for breeding and phytomelioration of degraded pasture ecosystems, Combating Desertification Traditional Knowledge and Modern Technology for the Sustainable Management of Dryland Ecosystems. In : Proceedings of the International Workshop Held in Elista, Kalmykia, Russian Federation, 23–27 June 2004. UNESCO Division of Ecological and Earth Sciences Paris. Unesco–Mab Drylands Series, No. 4, Published 2005.

Shaw, R. B. and Diersing V. E. 1990. Tracked Vehile Impacts on Vegetation at the Pinon Canyon Maneuveur Site, Colorado. Jou. Environ. Qual., **19**:234-243

Tanji, A., and Taleb A. 1996. New Weed Species Recently Introduced into Marocco, Jour. Weed Research, **37**(1):27-31.

Venner, D-M. 2006. Control of Invasive Species: A Synthesis of Highway Practice. Federal Highway Administration, United States, Collaborator United States, Transportation Research Board, 115p.

Weiner, J. and Fischman L. 1994. Competition and Allometry in *Kochia scoparia*, Annals of Botany, **73**:263-271.

Wittenberg, R., Cock, M.J.W. (eds.) 2001. Invasive Alien Species: A Toolkit of Best Prevention and Management Practices. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, xvii-228. Disponible sur : www.gisp.org. [29/10/2008].

Wurtzen, P. A., Nelson H. S., LøwensteiH. N. and Ipsen H. 1995. Characterization of Chenopodiales *(Amaranthus retroflexus, Chenopodium album, Kochia scoparia, Salsola pestifer)* Pollen Allergens**.** journal Allergy, **50**(6):489-497.

CONTRIBUTION A L'ETUDE DES CONDITIONS DE GERMINATION DE ZIZIPHUS LOTUS (L) DESF.

ABD-ELKADER SARIDI[1] NORIA SMAIL-SAADOUN[2]
1- Département de biologie, Université Amar Telidji de Laghouat
2-Département d'agronomie, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou

RESUME

Ce travail vise à étudier les conditions de germination du *Ziziphus lotus* (L) Desf., afin de la mise en valeur au profit de différentes intentions agroforesteries. Cette espèce est très répandue dans les régions arides et semi-arides à travers le monde et n'est pas bien étudiée en Algérie.
Notre étude vise à déterminer le comportement germinatif de cette espèce, en testant trois facteurs supposés inhibiteurs de germination : la lumière, les inhibiteurs chimiques et la résistance mécanique des téguments des noyaux. Pour cela nous avons testé différents niveaux des traitements physiques et chimiques sur les noyaux de jujubier, dont on a essayé la scarification mécanique, le trempage dans l'eau bouillante (100C°), dans l'acide sulfurique concentrée (pendant 30, 60 et 90 min), et dans l'eau oxygénée à 20% pendant 20 min, ainsi que l'exposition à la lumière naturelle ou à l'obscurité pendant 36 jours de semis..
Les résultats obtenus montrent un taux de germination assez élevé chez les graines dénoyautées, et d'une valeur moins importante au niveau des noyaux traités par l'acide sulfurique, et qui enregistrent une valeur de 100% et 78.33% de germination respectivement. Tandis que les autres traitements y compris le témoin restent très faibles (inférieure à 2 %).
Aussi, les résultats montrent qu'il n'y a aucun effet de l'eau oxygénée sur la germination de cette espèce, ainsi qu'elle peut germer à la surface du sol qu'en profondeur du sol (en présence de la lumière et/ou en obscurité).

Mots clés : *Ziziphus lotus* (L) Desf., *germination, dormance.*

INTRODUCTION

Plusieurs espèces de genre Zizyphus originaires des régions arides ou semi-arides sont actuellement répandues sur de grands espaces par suite du rôle qu'elles jouent dans l'alimentation, l'utilisation pharmaceutique, le pâturage, la protection des terrains accidentés contre l'érosion hydrique et éolienne, et la fixation des dunes de sable, elles sont devenues communes et se sont adaptées aux climats les plus divers.

A ce genre appartient le *Ziziphus lotus* (L) Desf. qui se caractérise par une hauteur pouvant atteindre 1,5 m, des feuilles de 15x 10 mm environ (OZENDA, 1958). En comparaison avec *Z. mauritiana Lam*.(espèce Indienne) et *Z. jujuba* Mill. (espèce Chinoise), le *Z. lotus* est une espèce cultivée à petite échelle, et se caractérise par une taille naine, un système racinaire extensive et une précocité de maturité des fruits (AZAM-ALI et al. 2006).

Le *Z. lotus* se rencontre dans les steppes semi-désertiques d'Afrique du Nord et en Asie Mineure (UNESCO, 1960) ; il est considéré comme une espèce xérophyte, dont l'aire de répartition chevauche à la fois avec les bioclimats arides et semi arides, (DALAGE et METAILLIE , 2000).

En Algérie, le jujubier existe dans les différents étages bioclimatique depuis l'humide jusqu'à l'aride; cependant, il se développe le plus souvent dans les régions semi-aride et aride en association avec le pistachier d'Atlas (*Pistacia atlantica*) (BELHADJ, 2001); il pousse aussi, dans les sols des plaines argileuses, coteaux pierreux arides, steppes, dayas désertiques dans la plaine et les basses montagnes (BAMMI et DOUIRA, 2002).

Du point de vue environnemental, les touffes de jujubier jouent un rôle très important dans l'équilibre naturel surtout dans les terrains accidentés et ou exposés à l'érosion ; il a été utilisé longtemps comme ceinture verte protectrice contre les courants d'eau, comme clôture épineuse (morte ou vivante) (RSAISSI et BOUHACHE, 2005), il constitue une source de pâturage a l'état jeune, et bois de chauffage à l'état de buisson (MAATOUGUI et al., 2000).

D'autre part, l'utilisation médicale de cette espèce est très remarquable, dont on cite comme exemple, l'utilisation traditionnelle contre les affections inflammatoires (BORGI et CHOUCHANE, 2006), l'effet fongicide contre des souches de champignons pathogènes, et des mollusques *Bulinus truncatus* (LAHLOU et al., 2002).

En revanche, Le jujubier est cependant indésirable sur les terres cultivées, car il gêne la réalisation des travaux agricoles, et constitue un refuge et un foyer réservoir de plusieurs ennemis , en particulier les rongeurs, les insectes, les araignées, la cuscute et certains oiseaux nuisibles à l'agriculture (RSAISSI et BOUHACHE, 2005; HANAFI et al., 2001).

Pour ces raisons et d'autres, la recherche sur la reproduction de cette espèce joue un rôle prépondérant dans l'atteinte des objectifs de reboisement avec du matériel végétal issu de voie sexuée, qui est la méthode la plus économique, et la plus adéquate pour l'obtention des plants vigoureux à des racines pivotantes et profondes. Cependant, Le Z. lotus se multiplie le plus souvent par drageonnage, ou parfois, grâce aux noyaux des fruits de jujubier «jujube », après qu'ils traversent les tubes digestifs des chèvres, ou beaucoup moins facilement à travers l'appareil digestif des oiseaux (RSAISSI et BOUHACHE, 2005). En plus, sous les conditions naturelles, la germination est effectuée par le taux de viabilité de période de collecte des graines, les conditions de stockage, les conditions environnementales de période de semis, et des traitements appliqués pour lever la dormance.

Pour cela, on cherche par ce travail de mieux comprendre les conditions optimales de germination des graines de cette espèce, afin de déterminer les techniques de reproduction à grande échelle, par la voie sexuée, qui permet la production de plants en pépinière à des méthodes simples et facile à appliquer en contexte agroforesterie. Pour cela, notre étude a porté sur l'étude de l'influence de trois facteurs : la lumière, la dureté des téguments des noyaux et/ou les inhibiteurs chimiques, supposant les causes de la dormance des graines de cette espèce, en testant certains traitements physiques : la scarifications mécanique, les traitements thermiques ; des traitements chimiques qui consiste à tremper les graines dans différentes types des solutions chimiques: l'eau bouillante, l'acide sulfurique et l'eau oxygénée, ainsi que le test de l'effet de la lumière naturelle et/ou l'obscurité.

MATERIELS ET METHODES

Le matériel végétal utilisé (les noyaux du jujube) est issu des fruits récoltés à l'état de maturité complète, à la fin de mois d'Août et début Septembre 2007, de daya de la commune de El-kheneg située à 7 Km au Sud de la ville de Laghouat :
Pour tester l'aptitude des noyaux à la germination nous avons pris en considération les trois facteurs suivants :

Premier facteur : la dureté des noyaux
Dans le but d'affaiblir la résistance mécanique de la coquille, les noyaux sont soumis aux traitements suivants :
a) Traitement avec H_2SO_4 : les graines ont été trempées dans une solution d'acide sulfurique à 98 % pendant des durées variables : **S1** = 30 min, **S2** = 60 min, **S3** = 90min. ensuite, elles ont été rincées abondamment à l'eau de robinet.

b) Traitement avec l'eau bouillante : les graines trempées dans à l'eau bouillante à 100°C pendant 5 min suivit par un trempage à l'eau froid au moins 10°C pendant 5 min avec un nombre de répétition variables : **E1** : 3 fois ; **E2** : 6 fois ; et **E3** : 9 fois.

d) Scarification mécanique : la scarification mécanique a été réalisée en pratiquant une casse partielle au niveau de la coquille grâce à un outil très aigu, en respectant l'intégrité des graines, ce qui nous permet de séparer les graines intactes « **GS** ».

Deuxième facteur : les inhibiteurs chimiques

Pour l'élimination de toutes traces des inhibiteurs chimiques qui peuvent exister dans les téguments des graines et/ou dans les coquilles, chaque lot des traitements précédents a été divisé en deux, dont l'un subit un trempage dans l'eau oxygénée à 20% pendant 20 min (**H+**), tandis que l'autre est gardé sans traitement à eau oxygénée (**H-**).

Troisième facteur : la dormance photolabile (la lumière)

Pour tester l'effet de la lumière, on a divisé le nombre des graines de chaque traitement en deux, le premier a été exposé à la lumière (**L+**), et le deuxième a été couvert par un film de plastique noir à double paroi pour assurer l'obscurité (**L-**).

Remarque : *un traitement a été mise en place, il s'agit des noyaux non scarifiés, et non subi à aucun prétraitement.*

Pour faciliter la germination, tous les lots des graines y compris le témoin sont trempées pendant 24 heures dans de l'eau distillée. Ensuite, juste avant de la mise à germer, les graines ont été trempées à l'eau de Javel à 12° pendant 2 min suivi par un rinçage répété avec l'eau distillé.

Le semis a été réalisé le 10-04-2008 au laboratoire à une température ambiante de 25°C environ, déposés à la surface du sable, en raison de dix graines ou noyaux par boite de Pétri de 90 mm de diamètre, remplie de sable calciné, qui se maintient constamment l'humide grâce à des arrosages réguliers toutes les 24 heures.

Le comptage des graines germées a été réalisé chaque jour sur une période de 36 jours. Ensuite, les données enregistrées ont été subir aux analyses statistiques grâce au logiciel « STATITCF » version 5.

RESULTATS ET DISCUSSION

D'après les résultats obtenus, on constate un effet significatif en ce qui concerne l'effet de la lumière et la dureté des téguments des noyaux de *Ziziphus lotus* (L) desf. Cependant, nous avons remarqué qu'il n'y a aucune différence entre la germination des graines dénoyautées et traitées par H_2O_2 et celles qui ne sont pas traitées, ce qui correspond aux résultats obtenus par LAAMOURI (2005), et qui montrent qu'il n'y a pas de vraie influence des prétraitements (stratification, trempage à l'eau oxygénée et hormone) sur la germination des graines dénoyautées.

Pour les traitements physiques et chimiques, les résultats obtenus montrent que la faculté germinative et la vitesse de germination varient significativement avec les traitements appliqués.

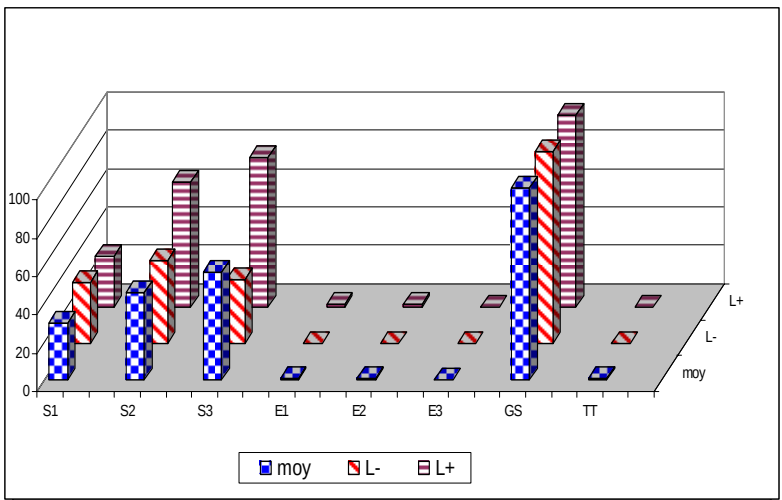


Figure 01 : résultats de teste germination de différents prétraitements en fonctions des conditions lumineuses

D'après la figure 01, On observe que la scarification mécanique enregistre les meilleurs résultats (100%) quelque soit les conditions lumineuses, et de moindre importance les graines traitées par l'acide sulfurique (78,33). Ces résultats correspondant à ceux des travaux cités par AZAM-ALI et *al.* (2006), qui indique que la germination des noyaux non scarifiés est lente et peut prendre 4 semaines, alors que les graines isolées germe dans une semaine en donnant des plants très vigoureux ; et que les traitements des noyaux de *Z. mauritiana* Lam. par le trempage dans l'acide sulfurique (97

%) pendant 30min suivi par un trempage à l'eau durant 24 heures aboutit à un taux de germination de 80 à 100% , ce qui coïncide donc, aux déclarations de DORAN et *al*. (1983) et WILLAN (1992), qui indiquent que la scarification mécanique est la méthode de prétraitement la plus sûre, et le pourcentage de germination qui s'en suit est sans doute très proche de la faculté germinative, ainsi que le traitement par l'acide sulfurique concentré est le plus efficace pour lever la dormance tégumentaire de certaines essences. Aussi, ces résultats sont largement supérieurs à ceux enregistrés par LAAMOURI (2005) qui a constaté une germination de 88% des graines dénoyautées à 25°C, et 1 à 2% pour les noyaux trempé dans l'acide sulfurique.

Aussi, les résultats montrent que le taux de germination varie significativement avec la durée de trempage des noyaux dans l'acide sulfurique, c'est-à-dire, quand la durée de trempage est longue le taux de germination sera le meilleur, dont on a constaté que la faculté germinative est égale à 55,83% pour une durée de trempage de 90 min, et 45,17% pour 60 min de trempages, et 29,17% pour un trempage de 30 min. cela peut s'explique par la résistante des graines des provenances situées dans le bioclimat semi-arides au plus longue durée d'immersion dans l'acide sulfurique, à cause d'une structure des téguments plus coriace que celle des graines des stations en bioclimat sub-humide. En effet pour beaucoup d'auteurs la dureté des téguments est un caractère génétique d'adaptation à l'aridité pour une meilleure conservation de la graine pendant les longues périodes de sécheresse (ZINE ELABIDINE et *al*. 2003).

La supériorité des résultats obtenus par les graines dénoyautées (la scarification mécanique), peut être expliqué par l'élimination de l'obstacle physique constitué par la dureté des téguments de la coquille (noyau), qui bloque la croissance et l'élongation de l'embryon, dont la scarification mécanique rend les tissus entourant l'embryon perméable à l'eau et aux gaz nécessaires à ce processus physiologique.

Aussi, on peut dire que l'acide sulfurique a un effet très corrosif sur le tégument des noyaux, c'est à dire, qu' il fragilise les téguments en les rendent plus perméables à l'eau et aux gaz, ce qui lève la dormance et déclenche les processus physiologiques de la germination. Ces résultats peuvent s'expliquer selon EL-HAMDOUNI et al (2001) par l'effet de l'acide sulfurique concentrée qui ramollit les téguments en les rendant plus perméables à l'eau et aux gaz, ce qui lève la dormance et déclenche le processus physiologique de la germination. Donc, on peut conclure que ces deux traitements ont un effet très positif sur la germination des graines de *Ziziphus lotus* (L) Desf, c'est-à-dire, qu'ils possèdent le pouvoir de lever la dormance et déclencher la germination.

En revanche, les traitements par l'eau bouillante, ainsi que le témoin, présentent les valeurs les plus faible (varie entre 0 et 1,67 %) par rapport

aux graines scarifiées et celles qui sont traitées par H_2SO_4. Ces résultats sont comparables avec celles de WILLAN (1992) qui indique que le traitement des graines par l'eau chaude est moins efficace que le traitement à l'acide sulfurique concentré, et celles de LAAMOURI (2005) qui montre que le trempage des noyaux dans l'eau bouillante n'a pas donné des résultats satisfaisants pour les trois espèces de Ziziphus cités précédemment. Ainsi que, les résultats cités par AZAM-ALI et *al*. (2006) montrent que le trempage des noyaux dans l'eau pendant 48 heures n'est pas utile ; cependant, il arrive parfois que la germination enregistre un taux de 100% en une semaine seulement après un trempage de 24 heurs à l'eau, ce qui indique que l'efficacité de cette méthode dépendant de l'aire bioclimatique des noyaux.

Egalement, la méthode du traitements à l'eau bouillante (100°C) est très répandue, mais elle peut donner des résultats irréguliers. La proportion en volume ou en poids des graines par rapport à l'eau a une importance décisive, et le temps de trempage optimum peut varier selon les espèces: 1 h *pour A. sieberiana* (espèce africaine), 3 minutes pour *A. melanoxylon*, mais peut être très dommageable si le lot de semences est de mauvaise qualité, c'est-à-dire présente une viabilité inférieure à la normale; 5 secondes pour *A. acuminata* et *A. pycnantha* supportent 100°C pendant un maximum de, et 30 secondes au maximum pour *A. terminalis* (DORAN et *al*., 1983)

En général, les résultats enregistrés peuvent être expliqués par DORAN et *al*. (1983), qui indique que dans toutes les techniques en usage il y a un danger de lésion de l'embryon si le traitement appliqué est trop brutal. De plus, les traitements énergiques tels que le trempage dans l'eau bouillante ou l'acide, qui permettent le plus souvent de lever la dormance physique, ont pour effet de faire pénétrer ces liquides à travers les enveloppes des graines soumises à une dormance mécanique et de tuer les embryons (WILLAN,1992).

En ce qui concerne la lumière, les résultats obtenus sont en contradiction avec ce qui indiqué par HELLER et *al*. (2000), qui cite l'existance de deux types de dormance embryonnaire vis-à-vis de la lumière : dormance **photolabile** (levée par la lumière) et dormance **scotolabile** (levée par l'obscurité), et HOPKINS (2003) qui indique que les graines dont la germination est stimulée par la lumière, et qui appartiennent à la majorité des espèces non cultivées, sont dites **photoblastiques positives**, et celles dont la germination est inhibée par la lumière sont dites **photoblastiques négatives** ; car, malgré l'obscurité nous avons enregistré un taux de germination considérable (15 %), donc, cela nous permet de dire que la lumière dans ce cas joue un rôle énergétique, c'est-à-dire qu'il y a une différence de température entre les traitements exposés à la lumière et les traitements couvris par le film de plastique noir à double paroi, qui peut

réduit la transmission des rayonnements en provoquant un écart de température considérable entre la face interne et externe BORDES (1992).
Cette l'hypothèse est confirmée par les travaux de LAAMOURI en 2005, mené sur le test de trois niveaux de température (15, 20, et 25°C) sur la germination des jujubiers, et qu'ils ont confirmé que les valeurs de température les plus élevées (20 et 25°C) ont favorisé la germination des graines plus que la baisse température (15°C).
Cela nous permet de conclure que la lumière n'a aucune responsabilité directe sur la dormance des graines de *Ziziphus lotus* (L) Desf, c'est-à-dire il n'y a ni dormance photolabile ni dormance scotolabile), mais en réalité c'est un effet de température, donc notre espèce n'est pas sensible à la lumière ; elle germe soit en présence ou en absence de la lumière. Du point de vue agronomique elle peut germer soit à la surface du sol soit enfoui dans le sol, ce qui est correspond au déclaration de HOPKINS (2003), qui indique que le choix des espèces destinées à l'agriculture est basé sur leur pouvoir germinatif élevé et non effectuée par la lumière.

CONCLUSION

Le jujubier (*Ziziphus lotus* (L.) Desf.) est une espèce très rustique qui joue un rôle indéniable de protection, d'alimentation et d'utilisation pharmaceutique. Malheureusement, les peuplements du jujubier reculent de plus en plus dans leur aire naturelle, à cause d'une action anthropique contraignante à la régénération de l'espèce. Par ailleurs les peuplements du jujubier n'ont fait jusqu'à présent l'objet d'aucune politique de valorisation ni d'aménagement conservatoire. Donc, ce travail peut être considéré comme un premier pas sur l'étude de comportement de *Ziziphus lotus* (L.) Desf. vis-à-vis des conditions écologiques, dans le but de mieux comprendre les réactions physiologiques de cette espèce négligée, afin de la mise en valeur au profit de différentes intentions agroforesteries.

Dans cette étude expérimentale, nous nous sommes intéressés à étudier les phénomènes de germination et de dormance chez cette espèce, en testant l'effets de trois facteurs inhibiteurs de germination : la lumière, les inhibiteurs chimiques et la résistance mécanique des téguments des noyaux, pour cela nous avons testé différents niveaux des traitements physiques et chimiques sur les noyaux de jujubier, dont on a essayé la scarification mécanique, les traitements thermiques (45C°/5C°), et le trempage dans l'eau bouillante (100C°), dans l'acide sulfurique concentrée (pendant 30 , 60 et 90 min), et dans l'eau oxygénée à 20% pendant 20 min, ainsi que l'exposition à la lumière naturelle ou à l'obscurité.

Les principaux résultats obtenus montrent que :

- La scarification mécanique représente la méthode la plus efficace (100%) et la plus rapide (après un jour de semis) pour l'obtention des nouveaux plants quelque soit les conditions lumineuses, c'est-à-dire : la germination est possible en semis à la surface du sol que en profondeur.
- Les résultats de trempages des noyaux dans l'acide sulfurique seront plus sûrs avec une durée d'immersion de 90 min et un ensemencement superficiel (en présence de la lumière) (78,33%).
- Les traitements de trempage dans l'eau bouillante présentent les valeurs les plus faibles (inférieures à 2 %) par rapport aux graines scarifiées et celles qui sont traitées par H_2SO_4.
- La lumière ne présente aucune responsabilité directe sur la dormance des graines de *Ziziphus lotus* (L) Desf., mais elle intervient indirectement comme une source d'énergie, en suscitant le réchauffement du substrat de culture à une dégrée de température favorable à la germination, ce qui veut dire de point de vue agronomique que cette espèce peut germer à la surface du sol que en profondeur du sol.

Le traitement des noyaux ainsi que les graines isolées, par l'eau oxygénée ne provoque apparemment aucun effet sur la germination de cette espèce.
Dans nos conditions expérimentales, les résultats obtenus montrent que la cause réelle de la difficulté de germination des graines de *Ziziphus lotus* (L.) Desf., est due aux inhibitions tégumentaires (dormance tégumentaire) responsable de l'imperméabilité de tégument à l'eau et l'air. Il a été aussi montré que la germination des graines n'est plus un obstacle pour produire des semis du jujubier en pépinière moyennant des prétraitements adaptés aux graines.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AZAM-ALI. S; BONKOUNGOU. E; BOWE. C; DEKOCK. C; GODARA. A. and WILLIAMS. J.T., 2006: Fruits for the future 2: ber and other jujubes.2eme ed. Ed. British library cataloguing in publication data ber. International centre for Underutilised crops, Southampton, UK. 302p.

BAMMI. J et DOUIRA. A., 2004 : Contribution à la connaissance de la flore vasculaire de la forêt de l'Achach, plateau central (Maroc). Acta Botanica Malacitana. V29 (23-41) pp.

BELHADJ. S., 2001 : Les pistachiers algériens : état actuel et dégradation. 11ème colloque du GREMPA sur le pistachier et l'amandier. Zaragoza. Ed. CIHEAM- Options Méditerranéennes. V56 (107-109) pp.

BORDES. P., 1992 : Les plastiques et la maîtrise du climat en productions végétales. 163-355 pp. In Les plastiques en agriculture .Ed. Tec & Doc. Paris, 583p.

BORGI .W. et CHOUCHANE N., 2006 : Activité anti-inflammatoire des saponosides et des flavonoides des écorces de racines de *Ziziphus lotus*. International symposium on parfum, aromatic and medecinal plants: from production to valorizations: SIPAM .Tunisia, 101pp.

DALAGE. A et METAILIE. G., 2000 : Dictionnaire de biogéographie végétale. Ed. CNRS. France, 579p.

DORAN. J.C ; BOLAND. D.J ; TURNBULL. J.W et GUNN. B.V., 1983: Guide des semences d'acacias des zones sèches : récolte, extraction, nettoyage, conservation et traitement des graines d'acacias des zones sèches. Ed. FAO. Division de la recherche forestière, Australie.103 p.

EL HAMDOUNI. E. M ; LAMARTI. A et BADOC. A., 2001 : Germination in vitro du fraisier (*Fragaria* x *A*nanassa Duch.) CVS 'Chandler' et ' Tudla'. *Bull. Soc. Pharm.* Bordeaux, 140, 19-30.

HANAFI. A ;GENIN. D et OULED BELGACEM. A., 2001 : Steppes et systèmes de production agropastorale dans la Jeffara tunisienne : Quelles relations dynamiques ?. 11ème Colloque du GREMPA sur le pistachier et l'amandier Zaragoza. Ed. CIHEAM-Cahiers Options Méditerranéennes ; V. 56. 223-226 pp.

HELLER. R ; ESNAULT. R et LANCE. C., 2000 : Physiologie végétale - 2. Développement. 6eme ed. Ed. DUNOD. Paris, 366p.

HOPKINS. W.G., 2003 : Physiologie végétale. 2eme éd. Ed Deboeck. Bruxelles, 514p.

LAAMOURI A., 2005 : Description pomologique et essais de germination sexuée de jujubier en Tunisie. Annales de l'INRGREF. Hammamet. n°7. 99-114 pp.

LAHLOU. M, EL MAHI . M and HAMAMOUCHI. J., 2002: Evaluation of antifungal and mollusuicidial activities of moroccan *ziziphus lotus* (l.) desf. a service of a national library medicine and the national institutes of health. Ann pharm France.60 (6): 410-4 pp.

MAATOUGUI. A ; ELMOURID. M ; ANOUN. N ; GANDEGA. B ; BENSLIMANE. O et BENHAZALLA.. M., 2000 : Évolution de systèmes de production au Maroc Occidental Central - Cas de la commune d'Ouled Fares El Halla (El Borouj). Ed. Ciheam. Options méditerranéennes, sér. a / n°39. 63-75 pp.

OZENDA. P., 1958 : Flore du Sahara septentrional et central. Ed. CNRS. Alger. 486 p.

RSAISSI. N et BOUHACHE. M, 2005: Lutte chimique contre le jujubier (*Ziziphus lotus*). Proc. Xeme Congres Sociéte Espagnole de Malherbologie. 551- 555 pp.

UNESCO, 1960: Recherches sur la zone aride - XIII : les plantes médicinales des régions arides. Ed. UNESCO. Paris. 97p.

WILLAN.R.L.,1992 :GUIDE DE MANIPULATION DES SEMENCES FORESTIERES : dans le cas particulier des régions tropicales « pour le centre des semences forestières de Danida ». Ed. FAO. Rome. Étude FAO forêts 20/2. 420p.

ZINE ELABIDINE. A; TOURE. S et AMMARI. Y., 2003 : La germination des graines du genévrier rouge (*Juniperus phoenicea L.*) en relation avec sa diversité écotypique au Maroc en vue de sa valorisation dans les reboisements de conservation en Afrique du nord. XIIe Congrès forestier mondial. FAO. Québec. 0932-b5

HYBRIDATION DE L'OPUNTIA FICUS INDICA MILL F. INERMIS PAR L'OPUNTIA ROBUSTA VAR. ROBUSTA DANS LE MILIEU STEPPIQUE

B.LALLOUCHE, B. HADJKOUIDER, F.Z. CHAOUCH- A. BOUTEKRABT
Université Saad Dahleb Blida
Mail : scienceagro_org@yahoo.fr

RESUME
Les steppes algériennes sont très sensibles au processus de désertification. En effet, les différents facteurs de dégradation se conjuguent pour créer un déséquilibre écologique social et biologique. Par conséquent, il est très important de mettre en application les projets de ré-végétation qui incluent plusieurs espèces importantes et adaptées à ces régions telles que l'*Opuntia*. L'*Opuntia* est une espèce qui s'adapte à différent type de climats et de sols, elle réussit aussi bien dans les régions arides et semi-arides. La tolérance au froid est un critère important pour la production de l'*Opuntia* en tant que fruit et fourrage. L'amélioration variétale est devenue un outil extrêmement puissant pour accroître la productivité et la tolérance aux stress environnementaux. Cette amélioration peut utiliser les techniques de la génétique, du génie génétique, de la biotechnologie et de l'hybridation. L'hybridation de l'*Opuntia* forme inerme sensible au froid avec des formes épineuses résistantes au froid, devrait être un objectif à inscrire dans les programmes d'amélioration de la culture de l'*Opuntia.* L'absence des travaux de sélection et d'hybridation en Algérie nous a motivés, afin d'entreprendre le croisement entre certaines espèces d'*Opuntia.* C'est dans cette perspective que nous avons orienté notre travail, vers la production de graines hybrides d'*Opuntia* à partir d'un croisement entre l'*Opuntia ficus indica* Mill *.f. inerrmis* (zone de M'sila, périmètre de Belaiba) avec l'*O. robusta* var. *robusta* (zone de Djelfa, périmètre de Mesrane). Notre travail consiste a étudié la viabilité des grains de pollen, le taux de nouaison, la période de maturation des fruits après l'hybridation et les caractères qualitatifs et quantitatifs des fruits issus de l'hybridation. En effet, la viabilité *in vitro* des grains du pollen, s'est révélée satisfaisante, elle atteint un taux supérieur à 97 %. Le taux de réussite de l'hybridation est satisfaisant. L'hybridation manuelle a favorisé la nouaison, où le taux de celle-ci atteint les 77.5 %. Les fruits résultant de la pollinisation croisée dirigée sont un poids plus important que ceux obtenus par la pollinisation naturelle.

Mots clés: *Hybridation, Pollen, Opuntia robusta var robusta, Opuntia ficus indica Mil forme inermis, Steppes.*

I-INTRODUCTION

L'Opuntia est un arbuste, appartenant à la famille des cactacées. Le genre Opuntia, comprend environ 11 sections et 180 espèces. *L'Opuntia ficus indica* est la principale espèce produisant des fruits comestibles, on y distingue deux formes : Les formes inermes et les formes épineuses. Il existe plusieurs formes intermédiaires entre la forme très épineuse et la forme inerme. *L'Opuntia ficus indica* Mill forme *inermis* est très sensible au froid généralement elle est irréversiblement blessée aux températures de -5 à -10 C°. Parallèlement *l'Opuntia robusta var. robusta*, peut tolérer des températures au dessous de -20C°. Cette dernière présente un intérêt écologique certain; elle croisse dans des endroits très secs, ne dépassant pas les 100 mm de pluie.

La tolérance au froid est un critère important pour la production de l'Opuntia en tant que fruit et fourrage. L'amélioration variétale est devenue un outil extrêmement puissant pour accroître la productivité, la tolérance aux stress environnementaux. Cette amélioration peut utiliser les techniques de la génétique, du génie génétique, de la biotechnologie et de l'hybridation. L'hybridation de l'Opuntia forme inerme sensible au froid avec des formes épineuses résistantes au froid, devrait être un objectif à inscrire dans les programmes d'amélioration de la culture de l'Opuntia.

L'absence des travaux de sélection et d'hybridation en Algérie nous a motivé, afin d'entreprendre le croisement entre deux espèces d'Opuntia. C'est dans cette perspective que nous avons orienté notre travail, vers la production de graines hybrides d'Opuntia à partir d'un croisement entre *l'Opuntia ficus indica Mill .f. inerrmis* (zone de M'sila, périmètre de Belaiba) avec O. robusta var. robusta (zone de Djelfa, périmètre de Mesrane). A fin de contribuer à l'amélioration et à la création de nouvelles variétés d'Opuntia tolérantes au froid, fortement productives, inerme et comportant moins de graines dans les fruits

II-MATÉRIEL ET MÉTHODE

1-Matériel végétal: Notre expérimentation porte sur une espèce pollinisatrice d'*Opuntia* : *Opuntia robusta* var. *robusta* (région de Djelfa, périmètre de Mesrane). Cette dernière présente des caractéristiques de résistance au froid. L'espèce pollinisée est l'*O. ficus indica* Mill *.f. inermis* (région de M'sila, périmètre de Belaiba), sensible au froid.

2-Dispositif expérimental: Nous avons réalisé un plan de croisement entredeux génotypes, selon un dispositif en randomisation total. Quatre raquettes de l'année précédente, au quatre point cardinaux (nord, sud, est, ouest) ont été choisies par pied, soit 10 pieds, 40 raquettes et 40 fleurs. Un marquage des pieds et des raquettes destinés à l'hybridation est nécessaire.

3-Technique de l'hybridation

3-1- Castration: La castration a été réalisée sur des fleurs avant la déhiscence des anthères (Figure 1) c'est-à-dire deux à trois jours avant l'ouverture des fleurs:
-Suppression des sépales et des pétales. On a suivi la méthode utilisée par BUNCH (1997), celle-ci consiste à déplacer la corolle, par la section autour de la fleur, juste au dessous du point d'attache de la corolle (Figure 1A).
-On retire soigneusement les étamines, coupées prés de la base avec une lame sans endommager le stigmate (Figure 1B).
-On rince complètement la fleur avec de l'eau propre, afin de se débarrasser du pollen et des étamines résiduels (Figure 1C).
-On sèche la surface rincée avec une serviette en papier (Figure 1D)
-On laisse à l'air libre pendant 15 à 20 minutes pour favoriser le séchage du stigmate.
-Les fleurs castrées sont ensachées, afin d'éviter une pollinisation accidentelle (figure 1 E)

Figure 1 : Castration des fleurs de l'espèce pollinisée (*Opuntia ficus indica* Mill *.f. inerme*), A : suppression du périanthe; B : suppression des étamines; C : rinçage avec de l'eau propre; D : laisser à l'air libre pendant 15 à 20 minutes; E : ensachage

3-2- Collecte du pollen: Les grains de pollen provenant de la zone de Djelfa. Pour la récolte du pollen, nous avons suivi le procédé de CROSSA-RAYNAUD, 1966. Cette technique consiste à frotter doucement une à une les fleurs récoltées sur un tamis, nous obtenons ainsi très rapidement la presque totalité des anthères. Celle-ci sont étalées, sur une plaque en verre, et placées dans une pièce chaude et sèche pendant 48 heures afin de provoquer la déhiscence des sacs polliniques, et de supprimer les traces d'humidité. Les anthères sont ensuite enlevées de la plaque en verre à l'aide d'une lame et poussées sur un tamis de 0.7 mm. Elles y sont doucement frottées avec le doigt. Le pollen ainsi obtenu a été placé dans des boites de Pétri, fermées hermétiquement et stockées à 4 °C dans le réfrigérateur.

3-3- Pollinisation: Deux à trois jours après la castration, les pollens sont déposés sur le stigmate de chaque fleur castrée du parent femelle, après l'enlèvement des sacs en papier. Après l'hybridation, le sachet protecteur est remis sur les stigmates pollinisés, afin d'éviter que le pollen étranger ne vienne s'ajouter au pollen choisi. On attache à la fleur une étiquette avec la date de pollinisation et le nom de la plante mère et de celui du père.

4-Étude qualitative du pollen:

4-1--Test de viabilité du pollen : Parmi les pollens collectées sur l'espèces d'Opuntia robusta var. robusta, ont été testées, au stade de déhiscence des étamines (disponibilité du pollen) par la méthode de coloration au carmin acétique (10 g carmin et 1 litre d'eau acétique à 45 % (Jahier, J et al, 1990).

4-2--Taux de germination in vitro des grains du pollen : Le pourcentage de germination des grains de pollen, des différentes espèces d'Opuntia étudiées est déterminé au laboratoire sur milieu de BREWBAKER et KWAK (1963). Le milieu contient ; 50 ppm de H3BO3, 150 ppm de Ca (NO3)2 4 H2O, 100 ppm de MgSO4 et 50 ppm de 7H2O KNO3 additionné de 5g de saccharose et de 1g d'agar. Le pH est ajusté à 5.3. L'ensemencement est réalisé sur des boites de Pétries, a raison de 40 grains de pollen par boite. Pour estimer le taux de germination nous avons utilisé la méthode de COLAS et MERCIER 1994. (%) de viabilité = Nombre de grains germés / Nombre total de grains × 100

5-Paramètres étudiés:

- ✓ Taux de nouaison:%de nouaison=nombre de fruits mûrs /nombre de fleurs pollinisées
- ✓ Fruits : Toutes les mesures se font au laboratoire sur 20 fruits :

* Poids du fruit hybride (F0): A partir du poids moyen de 20 fruits, nous pouvons calculer le poids moyen d'un fruit;

* Poids de la pulpe des fruits hybrides (F0) : A partir du poids moyen de la pulpe;

* Poids de la peau (g) hybrides (F0): A partir du poids moyen de la peau;

* Nombre de graines viables (F1): Les graines fertiles ont des dimensions supérieures à 1,7 mm [131]. Les résultats obtenus par le calcul du nombre des graines développées de 20 fruits; (l'extraction des graines se fait au laboratoire après séchage du fruit à l'air).

- ✓ Test de viabilité du pollen;
- ✓ Taux de germination in vitro des grains du pollen.

III-RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3-1- Taux de nouaison

Le nombre de fruits mâtures (F0) obtenu après l'hybridation est satisfaisant; en effet, il est de 31 fruits. Ainsi, les grains de pollen donnent des taux de nouaison satisfaisants, il est de 77.5 % (Tableau 1).

Tableau 1 : Résultats de l'hybridation de 4 génotypes d'Opuntia

Paramètres / Espèces	Nombre de fleur pollinisées	Nombre de fruits obtenus	% de nouaison
O. ficus indica Mill .f. inermis X O. robusta var. robusta	40	31	77.5 %

Ce taux de nouaison sont confirmés avec ceux donnés par LE BELLEC (2004), avec d'autres types de pollen de cactus (*Hylocereus undatus* et *Hylocereus costaricensis*) et dans des conditions de culture différentes (Saint-Pierre, île de la Réunion), où il a obtenu un taux de nouaison de 100 %. Cette différence avec nos résultats peut être dûe aux conditions climatiques dans la région de M'sila, où les températures sont les plus élevés pendant la phase de l'hybridation et où le vent fort à la fin du mois de Mai, qui rend la pratique de l'hybridation très difficile. Enfin, il y a lieu de mentionner que la variété *Opuntia ficus indica Mill .f. inermis*, semble avoir une affinité avec l'espèce testée, et de là, elle ne présente pas d'incompatibilité génétique.

3-2- Fruits

3-2-1-Poids du fruit hybride (F0)

Nos résultats indiquent que les fleurs *d'Opuntia ficus indica Mill .f. inermis* castrées et pollinisées par les grains de pollen d'Opuntia robusta var. robusta, produisent de gros fruits, dont le poids est de 90,18 g, comparativement aux fruits obtenus sans hybridation contrôlée (74,81 g) (figure 2) (tableau 2). Ces résultats sont en conformité avec des données rapportées par MIZRAHI et al (2004), sur *Hylocereus polyrhizus; Hylocereus undatus et Selenicereus grandiflorus;* qui rapporte que la source du pollen a un effet sur le poids du fruit.

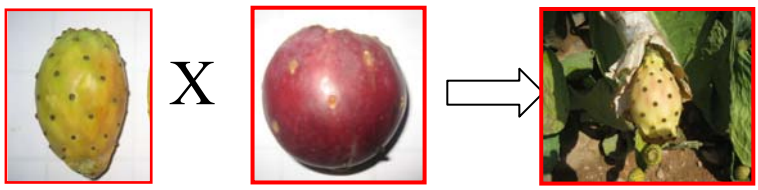


Figure 2 : Croisement de l'Opuntia ficus indica Mill .f. inermis avec l'O. robusta var.
robusta; et aspect des hybrides obtenus

Tableau 2 : Poids du fruit hybride (F0) selon la source du grain de pollen

Source de pollen	*O.ficus indica* Mill.*f. inermis*	*Opuntia robusta* var. *robusta*	Sig
Poids du fruit (F0)	74.8±0.02 B	90.18±4 A	***

3-2-2- Poids de la pulpe des fruits hybrides (F0) :

L'analyse de la variance montre que le poids de la pulpe diffère en ordre décroissant selon les sources du pollen (Tableau 3).

Tableau 3 : Poids de la pulpe des fruits hybrides (F0) selon les sources du grain de pollen

Source de pollen	*O.ficus indica* Mill.*f. inermis*	*O. robusta* var. *robusta*	Sig
Poids de la pulpe (F0)	45.86±0.02 B	62.54±0.3 A	***

3-2-3- Poids de la peau des fruits hybrides (F0)

Le poids de la peau présente des différences très hautement significatives, selon les sources du pollen (Tableau 4).

Tableau 4 : Poids de la peau des fruits hybrides (F0) selon les sources du grain de pollen

Source de pollen	*Opuntia ficus indica* Mill *.f. inermis*	*Opuntia robusta* var. *robusta*	Sig
Poids de la peau (F0)	25.45±0.03 A	23.25±0.04 B	***

3-2-4- Nombre des graines viables hybrides (F1)
Le nombre de graines viables par fruit, a été également affecté par la source du pollen. Les fruits hybrides donnent un nombre de graines très élevé, comparativement aux fruits obtenus sans hybridation dont la moyenne (Tableau 5).

Tableau 5 : Nombre des graines viables hybrides (F1) selon les sources du grain de pollen

Source de pollen	*Opuntia ficus indica* Mill *.f. inermis*	*Opuntia robusta* var.*robusta*	Sig
Nombre de graines viables (F1)	176±1.7 B	234±4.04 A	***

Nos résultats indiquent qu'il y a une forte corrélation entre le poids du fruit et le nombre de ses graines viables, ceci dépend d'une part du nombre de grains de pollen déposés sur le stigmate de la fleur (plus le stigmate reçoit du pollen compatible, plus le fruit sera lourd) et d'autre part, du nombre d'ovules fécondés, donc de l'intensité de la pollinisation. Ces résultats sont en conformité avec des données rapportées par NORMAND (2002), qui montre que la formation d'un fruit et sa qualité, dépendent souvent de la quantité de pollen compatible, reçue par la fleur.
Parallèlement et après l'exploitation de nos résultats, on a enregistré qu'il existe, d'une part, une relation étroite entre le nombre de graines viables et le poids des fruits. Ainsi lorsque le nombre de graines viables par fruit augmente, le poids du fruit augmente. D'autre part, entre le pourcentage du poids de graines viables; le pourcentage du poids de la chair et le pourcentage du poids de la peau. D'une manière claire, plus le poids des graines viables augmente, plus le poids de la chair augmente. Au contraire, plus le poids des graines viables augmente plus le poids de la peau diminue. Donc on peut conclure que le poids des graines viables influe positivement sur le pourcentage de la chair et négativement sur le pourcentage du poids de la peau.

3-3-Étude qualitative du pollen:

3-3-1-Test de viabilité: Les résultats obtenus après comptage sous microscope (G10X10), montrent que la majorité des grains de pollen de l'espèce d'Opuntia robusta var robusta est coloré en rouge (95 %) (Figure 3). D'après JAHIER (1990), les grains de pollen colorés en rouge sont turgescents et présentent un cytoplasme homogène. Cependant, selon ce même auteur, cette coloration surestime la fertilité du pollen.

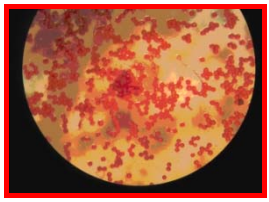


Figure 3 : Test de viabilité des grains de pollen (GX 2.5).

3-3-2-Qualité germinative de pollen: Les résultats obtenus montrent que le pourcentage de germination *in vitro* des grains de pollen de l'espèce d'Opuntia robusta var. robusta sur milieu BKM est élevé. (Tableau 6).

Tableau 6: Taux de germination *in vitro* des grains de pollen.

Espèce / Paramètre	*O. robusta* var.*robusta*
Le taux de germination	97.5 %

CONCLUSION

Le taux de réussite de l'hybridation est satisfaisant pour le croisement entre *l'Opuntia ficus indica* Mill *.f. inermis* et l'*Opuntia robusta* var. *robusta*. L'hybridation manuelle a favorisé la nouaison, où le taux de celle-ci atteint les 77.5 %. Le poids moyen des fruits résultant de l'autofécondation de la plante mère a été significativement plus faible (P=0.0000), que ceux issus de l'hybridation: (74.81 ± 0.02 g) contre (90.18 ± 0.04 g) pour la source de pollen d'*Opuntia robsua* var. *robusta*. La couleur et la forme des fruits issus de l'hybridation sont identiques aux fruits de la plante mère. Le nombre moyen des graines viables par fruit obtenu après l'hybridation est très hautement significatif, comparativement à la plante mère, ce qui a influe positivement sur le poids du fruit.

Les résultats que nous avons obtenus après l'hybridation sont préliminaires, ils constituent un matériel végétal de base pour une éventuelle sélection. Il reste à exploiter les graines hybrides obtenues pour déterminer les meilleurs géniteurs, afin d'atteindre l'idéotype recherché (résistance au froid, fruits sans ou avec peu de graines, teneur élevée en protéines, sans épines).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bunch. R.A «Update on Cactus Pear Breeding and New Products at D*Arrigo Bros», Salinas, California, J.PACD – 1997, pp 60-70.
Crossa_Raynaud. P «Technique d'hybridation et de culture d'embryons d'abricotier», Ed.INRA. Tunisie, 1966, p.18
Jahier, J et *al. :* «Techniques de cytologie végétale», Revue, INRA Paris, 1990, pp 99-105.
Brewbaker. J.L et Kwack. H.B, «The essential of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth-Amer-jour», Botany, 50 (9), 1963, pp 859-865.
Colas. F et Mercier. S, «Etablissement d'une gamme de viabilité du pollen de pin gris», Ministère des ressources naturelles. Note de recherche forestière n°58, Québec, 1994, p.
Le Bellec. F «Pollinisation et fécondation d*'Hylocereus undatus* et d*'*H. *costaricensis* à l'île de la Réunion», Cirad-Flhor, Article original Programme arboriculture fruitière, Fruits*,* vol. 59 (6), France, 2004, p.12
Mizrahi. Y, Mouyal. J, Nerd. A et Sitrit. Y, «Metaxenia in the Vine Cacti *Hylocereus polyrhizus* and *Selenicereus* spp», Oxford Journals Oxford University Press. Annals of Botany 93: 2004, pp 469-472.
Normand. F «De la fleur au fruit : étude et modélisation de la floraison, de la fécondation- fructification et de la croissance du fruit chez le goyavier-fraise (*Psidium cattleianum*)», Institut national agronomique Paris-Grigon, thèse, Paris, France, 2002.
Daulta. B.S et Chauhan. K.S, «Metaxenia studies on fruit set, maturity and quality characters in grapes (*Vitis vinifera* L.) », Haryana Journal of Horticultural Sciences 12: 1983, pp 22–25.
Higgazy. M, El-Ghayati. S.H et Al makhton. F.B, «Effects of pollen on fruits setting, yield and some physical fruit properties of some date varieties», In, first symposium on the date palm, K.F.U. Al-Hassa, Saudi-Arabia, 23-25 Mars 1982, pp 84-93.

ETUDE DU NIVEAU D'INFESTATION PAR LA COCHENILLE BLANCHE *PARLATORIA BLANCHARDI* TARG., 1868 (HOMOPTERA, DIASPIDIDAE) SUR TROIS VARIETES DE PALMIER DATTIER DANS LA REGION DE BISKRA

MEHAOUA M.S[1] BICHE M[2]
1. Département d'agronomie, Faculté des Sciences, Université de Biskra **E-mail :** linaseghir@yahoo.
2. Institut National Agronomique El-Harrach - Alger **E-mail :** mohbiche@hotmail.com

INTRODUCTION

En Algérie, la culture du palmier dattier constitue sans aucun doute une spéculation importante sur le plan socio-économique dans l'agriculture saharienne. Il représente la principale ressource de vie des populations de ces régions et le pivot du système oasien.

Au cours de la dernière décennie, la productivité des palmiers dattiers a décliné dans les zones de cultures traditionnelles. Ce sont 30 % de la production qui peut être perdue sous l'effet des maladies et des parasites (Al-Bazzaz, 2004). Cependant, les oasis algériennes ont enregistré durant les deux dernières décennies une évolution remarquable aussi bien au niveau des superficies qu'au niveau de la production. Mais malgré cette évolution, le secteur reste confronté à un certain nombre de contraintes dont les plus importantes et qui pourraient affecter les performances obtenues sont celles liées aux problèmes phytosanitaires de la culture.

La cochenille blanche est parmi les ravageurs les plus redoutables de la palmeraie algérienne. Toutes les régions phoenicicoles sont actuellement infestées. Ce ravageur colonise presque toutes les parties du palmier, elle s'installe sur les folioles, le rachis, la hampe florale et même sur les fruits. L'empilement des boucliers des femelles provoque un encroûtement et donne un aspect blanchâtre aux feuilles et fruits. La densité peut être telle qu'il n'est plus possible de distinguer la surface verte des palmes. Etant des insectes piqueurs suceurs, les cochenilles engendrent l'affaiblissement de l'arbre en prélevant la sève, réduisent la surface disponible pour la photosynthèse ; ce qui entrave le processus d'assimilation chlorophyllienne par leur entassement et causent une réduction du rendement et de la qualité commerciale des dattes (Chiboub, 2003 et Bounfour, 2004).

La nutrition fournit à l'insecte les composés chimiques nécessaires pour sa croissance, son développement, sa reproduction, sa défense, ses déplacements et sa survie (Slansky et Rodriguez 1987 in Kumbasli, 2005).

La plante hôte, comme source de nourriture, joue un rôle déterminant dans la dynamique des populations avec ses composantes nutritives (protéines, acides aminés, glucides, lipides, vitamines, minéraux, eau, etc.) et ses composantes non-nutritionnelles (composés allélochimiques : phénols, polyphénols, monoterpènes, glucosinolates, alcaloïdes, etc.) (Ohgushi 1992 in Kumbasli, 2005).
Ainsi, les facteurs majeurs qui contrôlent la dynamique de population des insectes phytophages, et les attaques et les dommages des rendements causés par ces ravageurs sont la qualité et la quantité des aliments offerts par la plante hôte (Klingauf, 1987).
Il est donc important de bien connaître les besoins alimentaires et l'utilisation de la nourriture par l'insecte afin de mieux comprendre son interaction avec l'écosystème et ainsi être plus apte à contrôler ses populations par l'intervention directe et/ou indirecte lorsque celui ci entre en conflit avec nos intérêts économiques (Watt *et al*., 1990; Bauce *et al*., 2001 in Kumbasli, 2005).
Notre travail consiste a étudier le niveau d'infestation de la cochenille blanche (*Parlatoria blanchardi* Targ.) sur trois variétés de palmier dattier (Deglet Nour, Degla Beida et Ghars) dans la région de Biskra. Aussi la réalisation au laboratoire d'un diagnostic foliaire des trois variétés pour mieux comprendre les exigences nutritionnelles de ce ravageur. L'objectif de ce travail est d'améliorer les connaissances sur la compréhension des niveaux d'infestations en relation avec l'état physiologique de la plante hôte et plus particulièrement avec les sucres totaux, les teneurs foliaires en eau et les éléments minéraux. La nécessité de la compréhension des mécanismes selon lesquels un insecte va choisir une plante plutôt qu'une autre pour s'y nourrir et pondre pourrait permettre de développer des stratégies visant à les perturber et protéger ainsi les cultures (Foster et Harris, 1997) in (Maher, 2002).

I – MATERIELS ET METHODES

La parcelle est constituée des palmiers âgés de plus de 30 ans ; avec une densité de 168 pieds à l'hectare et entourée d'autres parcelles de palmiers dattiers et d'arbres fruitiers et la parcelle est composée de palmiers des variétés Deglet Nour, Ghars et Degla Beida.
Au niveau de la parcelle choisie pour notre étude, nous procédons à un échantillonnage aléatoire qui consiste à choisir trois (3) palmiers dattiers de chaque variété.
A l'aide d'un sécateur ; chaque quinze jours, nous effectuons des prélèvements de trois folioles à partir des palmiers sélectionnés. Ces folioles sont choisies au niveau des palmes de la couronne extérieure qui sont les plus exposées aux infestations de *Parlatoria blanchardi.*

Suivant les quatre directions cardinales du palmier dattier (N E O S) nous prélevons trois folioles sur la même palme (feuille), une de l'extrémité, une de la base et une autre du centre. Chaque foliole est placée dans un sachet en papier kraft ou sont indiquées : La date de prélèvement, l'âge du palmier, la variété de la datte, l'orientation de la palme et la position de la foliole
Ces sachets contenant ces folioles sont ramenées au laboratoire, où nous prenons soin de les placer dans un réfrigérateur à une température de 4°C afin d'éviter d'éventuelles éclosions et développements larvaires.
Chaque jour un nombre déterminé de ces folioles est examiné sous la loupe binoculaire à un grossissement x 40. Trois lectures de 1 cm² le long de la surface foliaire sont réalisées, on compte les œufs, les larves, les adultes et les individus parasités sont pris en considération seuls les follicules vides porteront la notation zéro.
Après leur lecture, les folioles sont nettoyées et découpées pour êtres dosées au laboratoire :

- Les sucres totaux sont dosés par colorimétrie
- Le potassium est dosé par photométrie à flamme
- L'azote est dosé par la méthode de Kjeldahl
- La teneur en eau est déterminée par pesées après dessiccation des échantillons à l'étuve.

II– RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.1 – Etude du niveau d'infestation

2.1.1 – En fonction de la variété

Tableau 1 : Classement des moyennes du niveau d'infestation des trois variétés étudiées

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
3	**Ghars**	825.39	A
1	**Deglet Nour**	709.78	B
2	**Degla Beida**	65.36	C

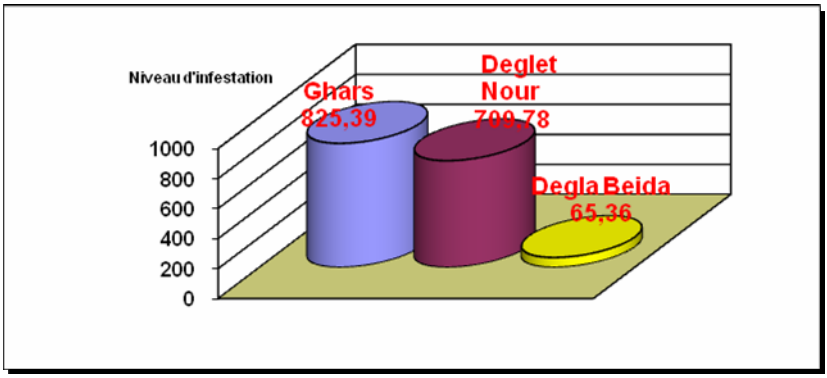


Figure 1 : Niveau d'infestation des trois variétés de palmiers dattiers étudiées

Le tableau 1 et la figure 1, montrent qu'il existe une différence très hautement significative entre les trois variétés. En effet la variété Ghars a un niveau d'infestation important (825,39) suivie de la variété Deglet Nour (709,78) et la variété Degla Beida (65,36)

La différence du niveau d'infestation distingué entre les trois variétés au niveau de chaque parcelle d'étude est apparemment d'ordre variétal. En effet, Barbendi *et al.,* (2000), ont remarqué que la sensibilité du palmier dattier aux attaques de *P. blanchardi* diffère selon les différentes variétés. La cochenille blanche est probablement comme certains autres ravageurs, exige un certain nombre de facteur pour pondre et se développer. La plante hôte intervient comme un véritable facteur écologique, dont l'action se superpose à celle des facteurs climatiques (Schvester, 1956 in Biche et Selami, 1999). Aussi, la physiologie de l'arbre joue un rôle important dans la distribution spatio-temporelle de cette cochenille. La relation plantes hôtes-cochenilles est d'ordre nutritionnel, ainsi que l'équilibre physiologique de ces plantes hôtes qui ont une grande influence sur le développement des arthropodes piqueurs-suceurs entre autres les diaspines. Ces dernières modifient considérablement leur comportement, selon l'importance des éléments nutritifs mis à leur disposition (Saighi, 1998). Cependant Leghtas (1970), a montré que l'existence d'une éventuelle sensibilité variétale du palmier dattier à l'encontre de la cochenille blanche est due aux propriétés physiques des organes foliaires. En effet la fixation de l'insecte est conditionnée par la résistance que présente la paroi du végétal lors de la pénétration du stylet. C'est ainsi que les variétés à épiderme peu chitinisé et mince seraient rapidement infestées. Aussi les travaux de Renard *et al*., (1996), ont prouvé que les variations du niveau d'infestation sur différentes plantes hôtes sont conditionnées par l'épaisseur

de la couche de cires épicuticulaires et la taille des cellules épidermiques qui peuvent aussi influencé la fixation des cochenilles, c'est-à-dire la pénétration du stylet est plus facile si la couche épicuticulaire de la feuille est plus mince.

La sélection d'une plante par un insecte phytophage peut être expliquée en partie par les caractéristiques physiques du site de ponte comme le relief, la texture, la couleur, la réflectance ou la forme de la plante ou de l'organe sélectionné (Desouhant, 1997 et Maher, 2002). En plus, le ravageur perçoit aussi des signaux chimiques émis par leur plante hôte, considérés comme l'information principale sur la quelle se base un insecte phytophage dans le choix d'un site (Städler, 2002 in Maher, 2002). Les substances constituant l'information chimique sont appelées des médiateurs chimiques ou sémio-chimiques. Elles complètent l'information physique pour former l'image sensorielle recherchée par l'insecte, caractéristique de la plante hôte (Maher, 2002).

Dans le cadre de l'étude du choix de site de ponte d'un insecte phytophage, Ferron, (1996), démontre que la biochimie de la surface foliaire (phylloplan) représente un facteur important du déterminisme de ponte au contact de la feuille. Pendant l'oviposition, qui est une étape cruciale dans le cycle reproducteur d'un insecte phytophage, la femelle adulte doit sélectionner une plante et un site de ponte convenable au développement de sa descendance (source alimentaire et conditions environnementale adéquates).

2.1.2 – En fonction de l'orientation

Tableau 2 : Classement des moyennes du niveau d'infestation des quatre orientations

F3	LIBELLES	MOYENNES	GROUPESHOMOGENES
1	**Nord**	666.57	A
3	**Est**	589.91	B
2	**Sud**	531.17	C
4	**Ouest**	346.39	D

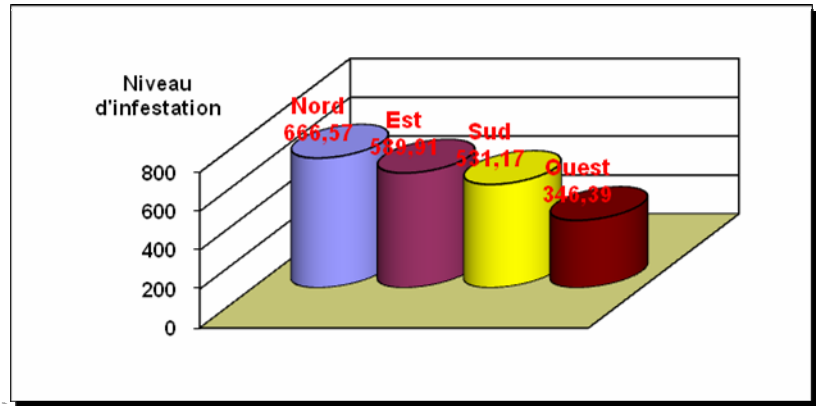


Figure 2 : Niveau d'infestation des quatre orientations

Le tableau 2 et la figure 2, montrent que le niveau d'infestation est élevé dans l'orientation Nord (666,57), suivie de l'orientation Est (589,91) et l'orientation Sud (531,17) et faible dans l'orientation Ouest (346,39) avec une différence hautement significative entre les quatre orientations.

La différence du niveau d'infestation remarqué entre les quatre orientations, peut être due à la durée et l'intensité d'ensoleillement, qui débute faible le matin au levé de soleil dans le côté Est, avec une intensité plus au moins élevé mais de courte durée dans l'après midi au coté sud et une longue durée d'ensoleillement au côté ouest jusqu'au coucher de soleil le soir, le côté nord ne subi qu'une très faible exposition au soleil. Ainsi, Barbendi *et al.,* (2000), ont remarqué que la cochenille blanche du palmier dattier préfère les endroits ombrés, à forte humidité et loin des rayonnements solaires. L'ombre, crée des conditions microclimatiques favorable avec une évaporation très faible et une humidité plus intense influant la pullulation de la cochenille (Smirnoff, 1957).

Benassy (1975), signale que les différentes phases caractérisant le développement des jeunes larves depuis l'éclosion, jusqu'à leur fixation sont sous l'étroite dépendance des conditions climatiques. D'après aussi, Chelli (1996), la cochenille blanche du palmier dattier fuit les endroits trop ensoleillés et directement exposés aux rudes conditions climatiques.

2.1.3 – En fonction de la position des Folioles

Tableau 3 : Classement des moyennes du niveau d'infestation des trois positions des folioles sur la palme

F4	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
2	**Foliole médiane**	645.01	A
1	**Foliole intérieure**	536.32	B
3	**Foliole extérieure**	419.19	C

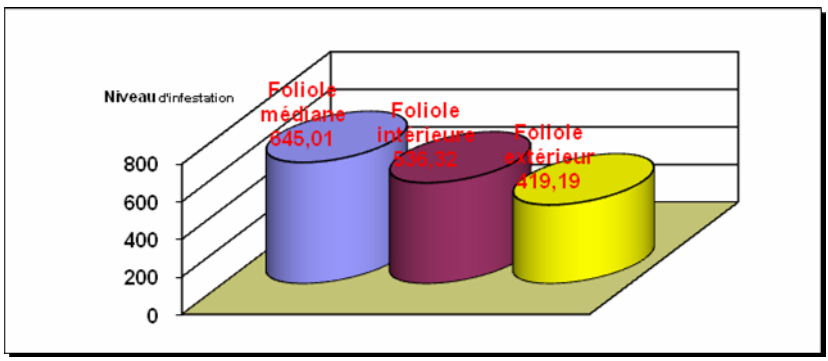


Figure 3 : Niveau d'infestation des trois positions des folioles sur la palme

Les résultats obtenus montrent des différences hautement significative entre les trois folioles, où la foliole médiane présente le niveau d'infestation le plus élevé (645,01), suivis de la foliole intérieure et la foliole extérieure avec respectivement 536,32 et 419,19 (Tab. 3 et Fig. 3).
Sur la même palme (feuille), les folioles présentent des différences dans le niveau d'infestation par la cochenille blanche. Cela est dû apparemment à la morphologie et la position des folioles sur la palme. Les folioles médianes sont les plus infestées, leur forme (longue et large) offre une surface foliaire assez importante pour l'installation d'un très grand nombre de cochenille. Au moment de la ponte les larves mobiles vont se fixer, généralement et immédiatement sous le bouclier maternel (Biche, 1987 ; Mostefa et Boukhors, 2004). Ce phénomène va donner un aspect d'encroûtement observé sur les folioles médianes de la palme. Par contre, les folioles de l'extrémité de la palme sont de taille très réduites, exposer au vent et à la forte intensité d'ensoleillement n'offrent pas un site adéquat pour le développement de cette cochenille, aussi la flexibilité de l'extrémité de la palme ne permet pas la fixation de la plus part des larves mobiles. La majorité des folioles de la base de la palme sont des épines avec des

surfaces foliaires très réduites qui permettent l'installation d'un petit nombre seulement de cochenille.

2.2 – Etude des analyses chimiques des folioles

2.2.1 – Azote (%)

2.2.1.1. – En fonction de la variété

Tableau 4 : Classement des moyennes du pourcentage d'azote des trois variétés

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
3	**Ghars**	1.62	A
1	**Deglet Nour**	1.53	A
2	**Degla Beida**	0.97	B

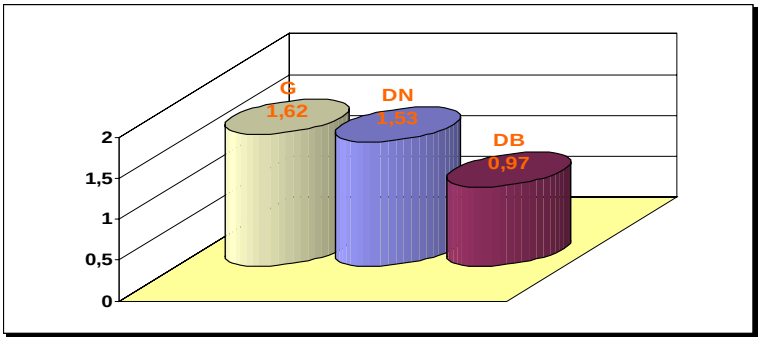


Figure 4 : Pourcentage d'azote dans trois variétés

D'après le tableau 4 et la figure 4, on remarque deux groupes homogènes bien distincts, le groupe homogène A qui regroupe la variété Deglet Nour et la variété Ghars avec le pourcentage d'azote le plus élevé (Deglet Nour : 1,53% et Ghars : 1,62%) et le groupe B qui regroupe la variété Degla Beida avec le pourcentage d'azote le plus faible (0,97%).
La teneur en azote (N) dans les folioles des variétés Ghars et Deglet Nour est plus élevée que chez la variété Degla Beida. Van Emden et Wearing (1967 in Chaboussou, 1975), ont signalé que le niveau et le transport de l'azote soluble sont accrus par une déficience en potassium qu'accélère la sénescence de la feuille et par suite le déclenchement de l'hydrolyse des protéines (libération des acides aminés).

2.2.2 – Potassium (%)

2.2.2. 1 – En fonction de la variété

Tableau 5 : Classement des moyennes du pourcentage de potassium des trois variétés

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
2	**Degla Beida**	2.43	A
3	**Ghars**	0.94	B
1	**Deglet Nour**	0.89	B

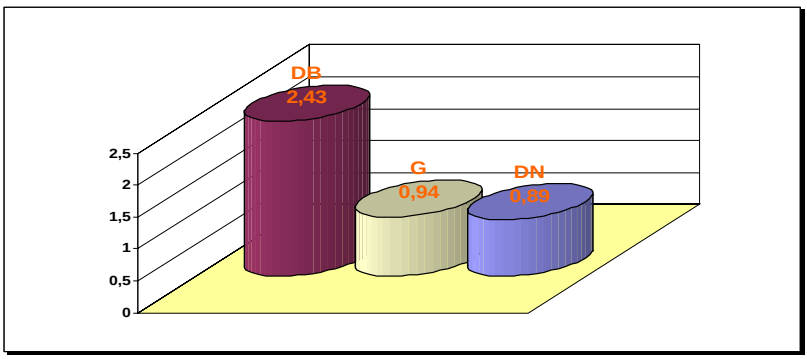


Figure 5 : Pourcentage de potassium des trois variétés

Les résultats reportés sur le tableau 5, révèlent une différence très hautement significative entre la variété Degla Beida groupe A et les variétés Ghars et Deglet Nour Groupe B. la variété Degla Beida présente un pourcentage très élevé de potassium (2,43%) par rapport au Ghars (0,94%) et Deglet Nour (0,89%) (Fig. 5).

Le taux du Potassium (K) est nettement supérieur chez la variété Degla Beida que chez les variétés Ghars et Deglet Nour. D'après Chaboussou, (1975), Hoffman et Samish, (1969) précisent qu'une insuffisante nutrition potassique entraîne une accumulation des acides aminés dans les tissus de la plante. Ce fait confirme bien, d'ailleurs, le rôle du potassium dans l'élaboration des protéines. Les teneurs les plus faibles en acides aminés libres correspondent à une nutrition optimale en potassium et à un maximum de croissance de la plante (Chaboussou, 1975).

2.2.3– Sucres totaux (%)

2.2.3.1 – En fonction de la variété

Tableau 6 : Classement des moyennes du pourcentage des sucres totaux des trois variétés

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
3	**Ghars**	0.04	A
1	**Deglet Nour**	0.04	A
2	**Degla Beida**	0.02	B

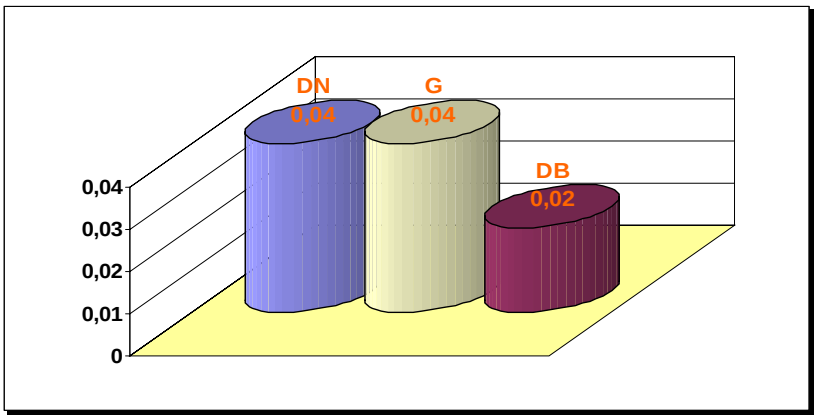


Figure 6 : Pourcentage des sucres totaux des trois variétés

Les résultats de l'analyse de la variance (tab. 6) dévoilent une différence très hautement significative entre le groupe A, qui regroupe les variétés Ghars et Deglet Nour et le groupe B, représenté par la variété Degla Beida. En examinant le tableau ci-dessus et la figure 6, on peut déduire que les variétés Ghars et Deglet Nour présentent les plus forts taux de sucre avec 0,04%. Par contre la variété Degla Beida montre un taux de sucre relativement faible avec 0,02%.

Comme l'azote, le taux des sucres totaux dans les folioles des variétés Ghars et Deglet Nour est toujours plus élevé par rapport à la variété Degla Beida. Ainsi, Fritzsche (1961) in Chaboussou (1975), a pu montrer qu'une carence en potassium entraîne une élévation de la teneur foliaires en glucides.

2.2.4 – Teneur en eau (%)

2.2.4.1 – En fonction de la variété

Tableau 7 : Classement des moyennes des teneurs en eau des trois variétés

F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
2	**Degla Beida**	51.92	A
3	**Ghars**	43.55	B
1	**Deglet Nour**	39.68	B

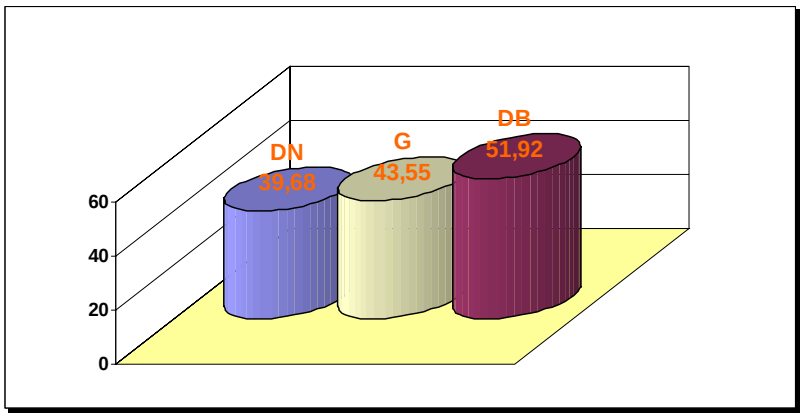


Figure 7 : Teneurs en eau des folioles des trois variétés

L'analyse statistique par le test de Newman et Keuls au seuil 5%, montre une différence très hautement significative entre le groupe (A) représenté par la variété Degla Beida avec le pourcentage d'eau le plus élevé (51,92 %) et le groupe (B), représenté par les variétés Deglet Nour et Ghars qui marquent le pourcentage d'eau le plus faible avec respectivement 39,68 % et 43,55 %, (Tab. 7 et Fig. 7).

3 – Discussion générale

D'après les figures (8 et 9), nous constatons que le niveau d'infestation de *Parlatoria blanchardi* des trois variétés de palmier, est en corrélation positive avec le taux d'azote et des sucres totaux. En effet, Bruning et Uebel (1971) in Chaboussou (1975), soulignent que les cochenilles montrent une nette préférence pour les feuilles à la fois riches en azote et pauvres en potassium.

Par ailleurs, il faut savoir que l'azote et les sucres sont deux groupes de composés nutritifs qui jouent un rôle primordial dans la croissance et le développement des insectes phytophages. Il existe une forte relation entre les performances de l'insecte et le taux d'azote, alors que le sucre est la

principale source d'énergie pour les insectes. On trouve l'azote dans le feuillage principalement sous forme de protéines ou d'acides aminés libres. (Kumbasli, 2005).

Ainsi, Chaboussou (1975) a montré que, vis-à-vis de ces Arthropodes piqueurs suceurs, la sensibilité de la plante se trouvait en relation avec une plus haute teneur de la sève en acides aminés libres et en glucides réducteurs. Aussi les travaux de Bedjaoui (2000), ont révélé une relation étroite entre les taux élevés en azote et sucres et la sensibilité de certaines variétés de fève à l'attaque de puceron.

Dans le cadre de l'étude du choix du site de ponte d'un insecte phytophage, Ferron (1996), a démontré que la biochimie de la surface foliaire (phylloplan) représente un facteur important du déterminisme de ponte du ravageur au contacte de la feuille, il y a une corrélation étroite entre certains glucides, acides aminés et le choix de l'insecte. Les sucres stimulent la ponte des insectes phytophages et ces derniers préfèrent pondre sur les supports plus riches en sucres (fructose, glucose et saccharose) (Derridj et Wu, 1995).

La superposition des courbes de fluctuations des teneurs en potassium, en eau et celle du niveau d'infestation de *Parlatoria blanchardi* des trois variétés (Fig. 10 et 11), montrent une influence bien marquée sur la régression de la population de la cochenille blanche. En effet, Chaboussou, (1975), a montré que l'élévation des teneurs foliaires en potasse entraîne une sensible régression des acides aminés, ainsi, l'augmentation du taux de potassium parait-elle agir bénéfiquement dans le cas de résistance des citrus aux attaques des cochenilles et restreignent leurs nombre de générations annuelles de. Aussi, Mostefa et Boukhors (2004), ont confirmé que la teneur foliaire en potassium agit inversement sur la pullulation de *Parlatoria ziziphi* sur citronnier et clémentinier.

II se confirme donc qu'une nutrition optimale en potassium serait doublement bénéfique, d'une part, en assurant à la plante un maximum de croissance et de récolte, et d'autre part en provoquant une réduction dans la multiplication des cochenilles par la régression de la teneur en acides aminés libres et sucres (Chaboussou, 1975).

En ce qui concerne les teneurs foliaires en eau, Kumbasli (2005), précise que durant un stress hydrique, la plupart des plantes diminuent leur potentiel osmotique par accumulation d'osmolytes (acides aminés, sucres solubles). Le métabolisme de l'azote est perturbé et se caractérise par l'hydrolyse des protéines, de sorte que les concentrations en protéines diminuent tandis que celles en acides aminés, notamment la proline, augmentent. Le métabolisme du carbone est également perturbé et l'hydrolyse de l'amidon entraîne une augmentation des concentrations en sucres solubles. En général, ces sucres solubles sont connus comme étant très phagostimulants pour de nombreux insectes phytophages (Albert et *al.,*

1982 ; Albert et Parisella 1988 in Kumbasli, 2005). Ainsi, il a été démontré par White (1984) et Rhoades (1983) cité par Fortin *et al.,* (1999), que les plantes qui sont en conditions de stress causées par des agents abiotiques seraient plus vulnérables aux attaques des insectes à la suite d'une amélioration de la qualité nutritive de leurs tissus. En effet, nous remarquons dans les palmeraies abandonnées de la région de Biskra un niveau d'infestation plus élevé que dans les palmeraies bien entretenues (irrigation, fertilisation, désherbage et taille).

Il parait que la différence du niveau d'infestation par la cochenille blanche sur les différentes folioles et orientations du même palmier sont probablement sous l'effet des conditions climatiques et surtout microclimatiques de la palmeraie.

De tout ce qui précède nous pensons qu'entre la plante et l'insecte les rapports de nature nutritionnelle sont fondamentaux. La nutrition de la plante se trouve sous la dépendance, non seulement de sa constitution génétique, mais aussi d'une série de facteurs écologiques et culturaux qui sont susceptibles de retenir sur la composition de la sève (Chaboussou, 1975).

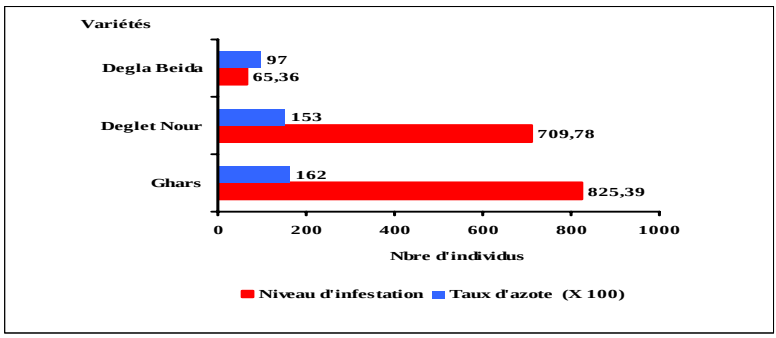


Figure 8 : Fluctuation du niveau d'infestation de *Parlatoria blanchardi* en fonction du taux d'azote sur les trois variétés de palmier dattier

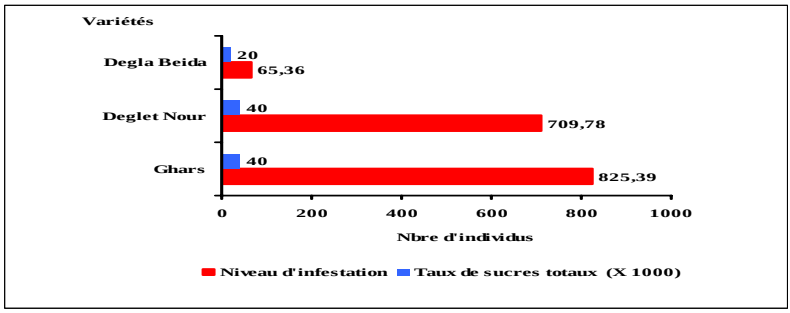


Figure 9 : Fluctuation du niveau d'infestation de *Parlatoria blanchardi* en fonction du taux des sucres totaux sur les trois variétés de palmier dattier

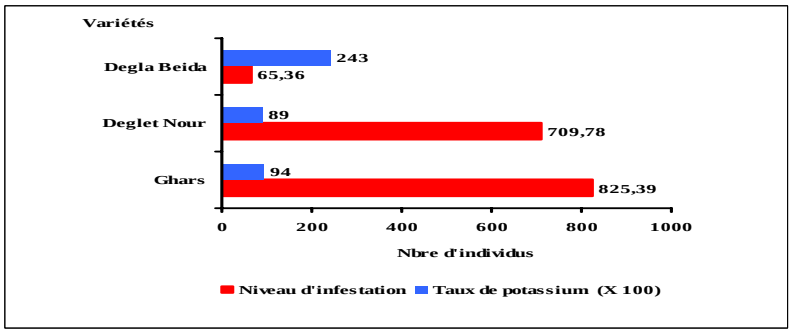


Figure 10 : Fluctuation du niveau d'infestation de *Parlatoria blanchardi* en fonction du taux de potassium sur les trois variétés de palmier dattier

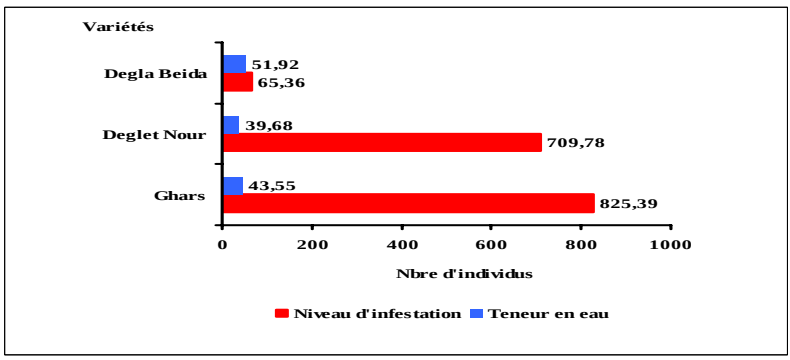


Figure 11 : Fluctuation du niveau d'infestation de *Parlatoria blanchardi* en fonction du teneur en eau des trois variétés de palmier dattier

CONCLUSION

Dans notre pays, le palmier dattier constitue l'élément essentiel des écosystèmes sahariens et présahariens. Les problèmes phytosanitaires de cette culture sont classés parmi les contraintes majeures pour le développement de ce secteur.

Notre travail a porté sur le niveau d'infestation de la cochenille blanche *Parlatoria blanchardi* Targ., effectuées sur trois variétés de palmier dattier (Deglet Nour, Degla Beida et Ghars) dans le but de connaître le degré de sensibilité de ces variétés aux attaques de cette diaspine et la relation nutritionnelle de cette dernière avec sa plante hôte.

L'étude du niveau d'infestation par la cochenille blanche *P. blanchardi* montre que les variétés Ghars et Deglet Nour sont plus infestées que la variété Degla Beida. Cette différence parait influencer par la composition chimique et biochimique des feuilles.

Des différences ont été également observées entre les quatre orientations, avec un niveau d'infestation très élevé sur le côté nord et plus faible sur le côté ouest. Concernant la disposition des folioles sur la palme, on remarque que les folioles médianes sont plus infestées que les folioles de la base et de l'extrémité de la palme. Ces différences dans le niveau d'infestation sont essentiellement influencées par les facteurs climatiques.

Le diagnostic foliaire montre que la pullulation de la cochenille blanche *P. blanchardi* sur les trois variétés de palmier étudié est influencée par la fluctuation des teneurs foliaires en élément minéraux et en sucres totaux.

Pour les variétés, on remarque que les teneurs foliaires en Azote (N), Calcium et de Sucres totaux (S.T) sont nettement supérieurs sur les variétés Ghars et Deglet Nour que sur la variété Degla Beida inversement au Potassium (K) et à la teneur en eau (% H) qui présente les taux les plus élevés sur la variété Degla Beida.

Il semble finalement qu'une teneur élevé en Potassium (K) et en eau (% H) réduit le nombre d'individus de *P. blanchardi* et que les taux relativement élevés de l'Azote (N), et Sucres totaux (S.T) ont un effet positif sur la pullulation de cette cochenille. Ainsi, il parait que la composition chimique et biochimique des feuilles du palmier agit sur l'évolution de la population de ce ravageur.

Il ressort bien que l'étude de l'écologie nutritionnelle de la cochenille blanche du palmier dattier est importante puisqu'elle nous renseigne sur la relation entre la performance biologique de cet insecte et la qualité nutritive de sa plante hôte. De plus, ces résultats peuvent être considérés comme un des indicateurs importants de la dynamique des populations de *P.blanchardi*. Le présent travail a démontré que l'hétérogénéité dans la qualité nutritive de la nourriture influence généralement la performance biologique et le comportement alimentaire des insectes phytophages notamment la cochenille blanche du palmier dattier.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Al-Bazzaz S., 2004 - La production mondiale menacée par les ravageurs et les maladies. Réseau mondial sur le palmier dattier. FAO. Rome, 2 p.

Bedjaoui H., 2000 – Réponse de quelques variétés de fève à l'infestation artificielle par les pucerons noirs : *Aphis craccivora* et *Aphis fabae* (Homoptera, Aphididae) dans la région de Biskra et de Batna. Thèse Ingénieur d'état. Institut d'Agronomie. Batna, 105 p.

Benassy C., 1975 – la lutte contre les cochenilles : Interventions classiques et perspectives actuelles. INRA. Séminaire sur les insectes et les acariens des agrumes. Alger, 17 p.

Biche M., 1987 – Bioécologie de *Parlatoria oleae* Colvée (Hom. Diaspididae). Ravageur de l'olivier, *Olea europaea* L., dans la région de Cap-Djinet (Algérie) et étude biologique de son parasite externe *Aphytis maculicornis* Masi (Hym. Aphelinidae). Diplôme universitaire de recherche. Université de Nice, 115 p.

Biche M. et Sellami M., 1999 – Etude de quelques variations biologiques possibles chez *Parlatoria oleae* (Colvée) (Hemiptera, Diapididae). Bulletin de la société entomologique de France, 104 (3), Pp 287 – 292.

Bounfour M., 2004 - Directives phytosanitaires pour le déplacement de Germoplasme certifié du palmier dattier en toute sécurité Phytosanitaire dans les pays du Maghreb, étude du cas du Maroc. INRA. Zagora. Maroc, 53 p.

Chaboussou F., 1975 – Les facteurs culturaux dans la résistance des agrumes vis-à-vis des ravageurs. Séminaire sur les insectes et les acariens des agrumes. Alger, 43 p.

Chelli A., 1996 – Etude bio-écologique de la cochenille blanche du palmier dattier *Parlatoria blanchardi* Targ (Hom. Diaspididae). A Biskra et ses ennemis naturels. Thèse Ing. INA. El-Harrach, 101 p.

Chiboub T., 2003 - Elaboration de directives phytosanitaires pour le déplacement de Germoplasme certifies du palmier dattier en Tunisie et entre les pays du Maghreb (Algérie, Maroc Et Tunisie). INRA. Degache. Tunisie, 73 p.

Derridj S. et Wu B. R., 1996 – Information biochimique présentes à la surface des feuilles. Implication dans la sélection de la plante hôte par l'insecte. Actes des 5ème journées du groupe de travail relations insectes-plantes, 26 – 27 octobre 1995, Montpellier, France. Colloques, CIRAD-CA, Montpellier, France, Pp 43 – 51.

Desouhant E., 1997 - Stratégies de ponte et traits d'histoire de vie chez les insectes. Exemple du balanin de la châtaigne, *Curculio elephas* (Coléoptère, Curculionidae), en conditions naturelles. Thèse doctorat en Biométrie - Biologie des Populations. Université Claude Bernard - Lyon 1, 173 p.

Ferron F., 1996 – Les relations insectes-plantes vues sous l'angle de la physiologie végétale sur l'exemple de la pyrale du maïs. Actes des 5ème journées du groupe de travail relations insectes-plantes, 26 – 27 octobre 1995, Montpellier, France. Colloques, CIRAD-CA, Montpellier, France, Pp 39 – 42.

Fortin M., Lorenzetti F., Panzuto M. et Mauffette Y., 1999 - La livre des forets et son environnement. Antennae. Vol. 6. N° 3. Montréal, 9 p.

Klingauf, 1987 – Feeding, adaptation and excretion. In: Aphids, Their Biology, Natural Enemies and control. Vol. A. Ed. The Netherlands-Elsevier, Pp 225 – 253.

Kumbasli M., 2005 - Etudes sur les composés polyphénoliques en relation avec l'alimentation de la tordeuse des bourgeons de l'épinette (*Choristoneura fumiferana* Clem.). Thèse doctorat des Sciences Forestières. Faculté de foresterie et de géomatique université laval. Québec, 176 p.

Leghtas A., 1970 – Sensibilité variétale du palmier dattier a l'attaque de *Parlatoria blanchardi* Targ. Rev. Al-Awamia. N° 35, Pp 119 – 121.

Maher N., 2002 – Sélection du site de ponte chez *Lobesia botrana* (Lepidoptera, Tortricidae) : Influence de l'information chimique non-volatile présente sur les fruits de plante hôtes. Thèse doctorat des Sciences biologiques et médicales. Université Bordeaux 2. INRA, 125 p.

Mostefa M. et Boukhors R., 2004 – Relation des protéines hydrosolubles et des minéraux foliaires de deux variétés d'agrumes (Citronnier, Clémentinier) avec les pullulations de *Parlatoria ziziphi* Lucas (Homoptera, Diaspididae) en Mitidja. Thèse Ingénieur d'état en Biologie. Institut de biologie. Blida, 88 p.

Renard S., Le Rü B., Calatayud P. A., Lognay G. et Gaspar C., 1996 – Comportement de sélection de la plante Hôte par la cochenille farineuse du manioc *Phenacoccus manihoti* : rôle des composés biochimiques. Actes des 5ème journées du groupe de travail relations insectes-plantes, 26 – 27 octobre 1995, Montpellier, France. Colloques, CIRAD-CA, Montpellier, France, Pp 59 – 62.

Saighi H, 1998 – Biosystématique des cochenilles diaspines des plantes du jardin d'essai du Hamma et du parc de l'institut national agronomique d'El-Harrach. Thèse Magister. INA. El-Harrach, 304 p.

Smirnoff W. A., 1957 – La cochenille du palmier, dattier (*Parlatoria blanchardi* Targ.) en Afrique du nord. Comportement, importance économique, prédateurs et lutte biologique. Entomopbaga, Tome II. N° 1, 98 p.

NOTE SUR L'IRRIGATION LOCALISEE DES PALMIERS DANS LES CONDITIONS SAHARIENNES

F. LAKHDARI[1] ET D. DUBOST[2]
[1]*Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides, Algérie*
[2]*Université d'Angers France*

RESUME

La question de l'irrigation est centrale dans l'agronomie des zones arides. Si on prend un peu de recul en survolant les travaux scientifiques dans ce domaine, on s'aperçoit qu'on ne lui a pas accordé l'importance nécessaire. On sait que pour conduire une irrigation, l'apport d'eau doit suivre au plus près les besoins de la plante.
Ceux-ci dépendent avant tout de la demande climatique en eau selon une quantité appelée ETref (anciennement ETP) ou évapotranspiration de référence. La demande climatique doit être corrigée par un coefficient k qui dépend du stade phénologique de la culture. La dose pratique d'irrigation qu'on en déduit doit être compatible avec la capacité de rétention en eau des sols. En pays méditerranéen, quand on irrigue avec des eaux peu minéralisées sur des sols profonds ou naturellement bien drainés, on a mis au point des méthodes classiques de micro-irrigation, qui donnent satisfaction. En pays saharien les conditions naturelles sont bien différentes. Les eaux sont presque toujours saumâtres (au moins 1 gramme de résidu sec par litre) et les terrains sont pour la plupart endoréiques, c'est à dire dépourvus d'un drainage naturel suffisant.
Il faut donc réaliser un lessivage des sols pour évacuer les sels excédentaires. En gros les cultures irriguées exigent des apports d'eau supérieurs à la demande climatique d'environ un tiers. L'objectif de cette note est d'analyser les conséquences du phénomène sur la pratique de l'irrigation localisée des palmiers dans les oasis. Nous verrons que dans les conditions habituelles du bas Sahara, les besoins en eau, la salinité des sols et des eaux et les caractéristiques hydrodynamiques des sols donnent dans l'immédiat la préférence à des distributeurs à gros débit (entre 50 et 100 litres/heure) .

Mots clés : palmiers, irrigation, salinité, drainage, lessivage

INTRODUCTION

On ne discute plus aujourd'hui des avantages de l'irrigation localisée dans la conduite des vergers de dattiers. On y trouve des économies d'eau substantielles en évitant l'évaporation et l'infiltration intempestives dans le réseau et on a la possibilité de moduler les apports en fonction des besoins. Un autre avantage est celui de rendre possible une fertilisation raisonnée par le réajustement minéral des eaux. Ces avantages évidents ne sont pas si faciles à obtenir dans la pratique, car plusieurs caractéristiques liées au milieu saharien empêchent d'appliquer sans examen les méthodes mises au point pour les cultures méditerranéennes ou en tout cas pour des milieux moins arides ou moins salés.

Il faut bien noter que les palmeraies algéro - tunisiennes sont parmi celles qui utilisent les eaux les plus salées dans le monde. Que ce soit en Egypte ou en Irak , ou même au Maroc les palmiers sont irrigués avec les eaux relativement douces (0,5 gramme/litre) des fleuves ou des oueds, alors que dans la cuvette du Bas Sahara, ce sont les eaux souterraines à plus de 1 gramme/litre qui sont mises à contribution. Par ailleurs les quantités d'eau nécessaires pour satisfaire la demande bio-climatique sont très élevées. L'accumulation des sels dans les sols est telle qu'on doit ajouter à cette demande climatique une dose de lessivage indispensable à l'évacuation des excès de sodium ou de magnésium qui deviennent rapidement toxiques pour la plante. Le processus est indispensable au maintien d'un rendement acceptable de la culture.
L'objet de cette note est de réexaminer les conditions qui prévalent dans la région des Zibans et de préciser les points qui demeurent obscurs dans la pratique de l'irrigation localisée du palmier dattier et d'autres plantes. La mise au point de techniques fiables passe par le triple rapprochement de la demande climatique en eau, de la capacité de rétention des sols et de la salinité induite par l'irrigation pérenne des palmeraies. La question centrale est le devenir des sels excédentaires qui s'accumulent forcément au cours du processus d'irrigation localisée. Nous proposons en conclusion l'ébauche d'un programme d'observations et d'expérimentations pour répondre à cette question dans des délais raisonnables.

1 - LA DEMANDE CLIMATIQUE EN EAU ETref

Le premier facteur à préciser dans la mise en œuvre d'une irrigation localisée est celui de la demande climatique en eau, appelée aujourd'hui évapotranspiration de référence (ETref) en remplacement de l'ancien concept d'évapotranspiration potentielle (ETP). Les premières tentatives pour préciser cette ETref au Sahara à l'aide du bilan d'énergie datent de 1982 et utilisent la formule de Penman. Nous ignorons si depuis lors de nouvelles données ont été acquises. Il serait nécessaire que des vérifications soient faites en particulier pour la validité de l'équation ETref = ETrad + nEp. Ces vérifications peuvent se faire à partir des données obtenues avec les nouvelles stations météo d'enregistrement des mesures climatiques.

Sans entrer dans les détails, on peut rappeler les caractéristiques principales de cette ETref.

L'ETref annuelle varie de 1715 mm à Laghouat à 2555 mm à Adrar. On peut considérer que dans la zone nord-saharienne, la plus peuplée et la plus cultivée, l'ETref annuelle oscille autour de 2m: 1900 mm à Touggourt, 2009 mm à Ouargla, 2180 mm à Béchar. Dans la zone hyperaride, elle approche ou dépasse 2,5 m: 2555 mm à Adrar, 2470 à Tamanrasset et 2430 mm à Beni Abbès .
L'ETref mensuelle en saison froide, c'est à dire pendant les 7 mois qui vont de septembre à mars, ne dépasse pas 800 mm dans les oasis du nord: 673 à Laghouat, 729 à Touggourt, 773 à Ouargla, 782 à Biskra. L'ETref est particulièrement élevée dans cette dernière car les températures moyennes hivernales y sont plus élevées qu'ailleurs, ce qui n'est pas sans avantages pour la culture des primeurs. En revanche dans les oasis méridionales l'ETref hivernale dépasse toujours 1 m, elle atteint 1025 mm à Béni Abbes, 1127 mm à Adrar et 1173 mm à Tamanrasset !
L'évaporation pendant ces 7 mois ne représente que 40% en moyenne de l'ETref totale, sauf à Tamanrasset où elle dépasse 47%, ce qui est à mettre en relation avec le climat de type soudanais à pluies estivales de cette région.
Les besoins de pointe, ceux qu'on doit prendre en compte dans le calcul d'un réseau d'adduction d'eau d'irrigation, peuvent atteindre des niveaux impressionnants. Ainsi à Adrar l'ETref des deux mois de juillet et août (624 mm) représente le quart de l'ETref totale, ce qui suppose des irrigations de 3000 m^3/ha/mois, soit 100 m^3/jour, ce qui dans un verger planté de 120 palmiers/ha représente 833 litres d'eau par arbre et par jour!.
L'ETref quotidienne varie d'environ 6 à 8 mm en été et de 2 à 4mm en hiver dans les oasis septentrionales, et de 8 à 10 mm en été et de 3 à 6 mm en hiver dans les oasis méridionales (cf. figure 1).

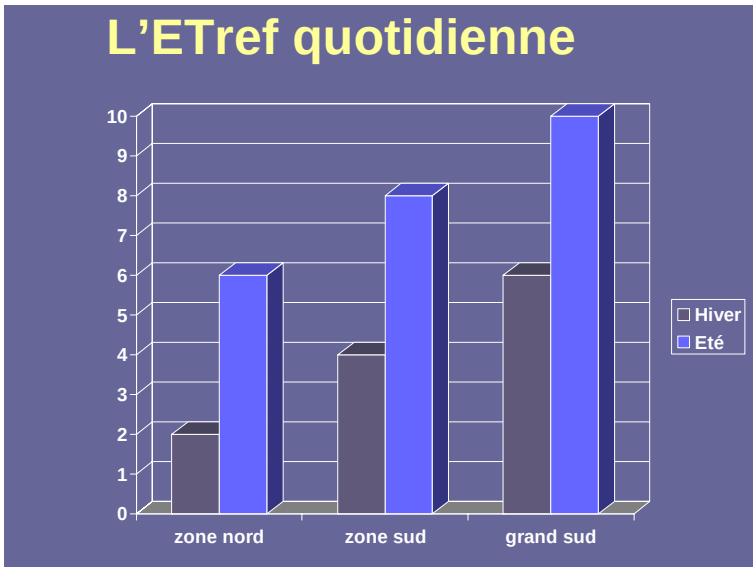


Figure 1 : l'ETRF-quotidienne en fonction des saisons

2) LA CAPACITE DE RETENTION DES SOLS ET LEUR RESERVE UTILE EN EAU (RU)

Habituellement les agronomes recherchent une texture équilibrée (ou franche) dont les qualités et les défauts des différentes fractions se compensent mutuellement. La texture idéale universellement reconnue est celle-ci: 20 à 25% d'argile, 30 à 35% de limon, 40 à 50% de sables.

DURAND (1983) qui a beaucoup travaillé sur les sols irrigables d'Algérie et ceux du Sahara en particulier définit les meilleurs sols par la texture suivante :

- argile: 8 à 28%
- limons: 25 à 50%
- sables: 50%

Le sol joue le rôle d'une éponge pour l'eau, il est capable de la retenir par des forces capillaires qui forment des ménisques entre les particules solides (eau capillaire) dans les pores moyens inter particulaires (10 microns et

moins) et aussi sous forme de pellicule à la surface des mêmes particules (eau d'absorption) et dans les pores plus fins (0,2 microns).
Les forces de rétention ainsi développées qui s'opposent à la force de gravité sont faibles pour l'eau capillaire et très fortes pour l'eau liée. On les appelle aussi forces de succion ou tension et on les exprime en bars, en atmosphères, en g ou kg/cm2 ou en hauteur d'eau (1 bar = 1 atmosphère = 1033g/cm2 = 1033 cm de hauteur d'eau = environ 103 cm). Le Système International utilise le Pascal : un centibar = 1 kiloPascal = 1000 Pascal. On a pris aussi l'habitude par le passé d'utiliser la notion de *potentiel capillaire* ou *matriciel* ou *hydrique* qui désigne le logarithme de la force de succion exprimée en cm d'eau (103 cm d'eau = pF3). Ce sont ces forces de liaison que la plante doit vaincre pour "arracher" l'eau au sol.
La quantité d'eau retenue par le sol pour une même force de succion dépend de sa granulométrie: elle est faible pour un sol sableux, maximale pour un sol argileux. La *capacité au champ* (ou bien encore *humidité équivalente* lorsqu'elle est mesurée par centrifugation) est la quantité d'eau C que contient un sol après saturation et ressuyage, le pF oscille alors entre 1,8 et 3 suivant les sols, mais par convention on a adopté le pF 2,5 ou 2,7.
Le point de flétrissement correspond à l'humidité F d'un sol telle qu'elle n'est plus utilisable par la plante à cause des forces de rétention trop importantes. Cette limite est fixée à 16 bars et correspond à un pF de 4,2. La réserve utile RU en eau d'un sol correspond à la différence C-F. On peut l'exprimer en mm de hauteur d'eau : avec des quantités C et F exprimées en pourcentage de poids, on obtient RU en mm lorsqu'on connaît h l'épaisseur de sol exploitée par les racines des plantes et d' la densité apparente:

$$RU\ mm = C - F/100\ (h)\ (d')$$

Pour les sols sahariens sableux RU correspond à O,5mm d'eau par cm de sol (jusqu'à 1mm s' il s'agit d'un sable limoneux).
La quantité d'eau utile RU, que peuvent retenir les sols sableux sahariens est plutôt faible. Compte tenu des besoins qui sont importants eu égard à l'évapotranspiration, les plantes vont se trouver plus qu'ailleurs soumises à des stress hydriques, en particulier les semis et toutes les plantes à faible enracinement et large surface foliaire, Ru dépendant directement de la hauteur de sol explorée. Ainsi une culture de céréales qui exploite 10 cm de sol au cours de la levée va disposer d'une Ru de 10 mm dans un sol sablo-limoneux, c'est-à-dire moins de 3 jours de consommation au mois d'Octobre à Biskra.
En revanche un palmier qui plonge son système racinaire jusqu'à 1 m de profondeur aura à sa disposition 50mm de tranche d'eau utilisable, c'est-à-dire 15 jours au moins de réserves dans les mêmes conditions.

On comprend que ces données sont absolument essentielles pour la conception et la gestion d'un réseau d'irrigation localisée qui met en œuvre des volumes restreints de terre humide et qui doit chaque jour renouveler le stock d'eau nécessaire à la plante.
Une première précaution dans la gestion sur le terrain est de suivre l'état d'humidité du sol par des mesures de tensiométrie qui se sont beaucoup simplifiées depuis une dizaine d'années.

3- LES BESOINS DU LESSIVAGE DES SELS

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, dont les eaux sont salées et viennent s'évaporer en surface. 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, c'est- à-dire re-dissoudre les sels précipités ou diluer les solutions de sol 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).
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.
L'engorgement des sols par l'eau est dangereux par la salinisation et l'augmentation de la pression osmotique de la solution de sol 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 1,30m en terrains sableux, éventuellement à 1,50m quand les terres sont limoneuses.
Les techniques modernes utilisent des drains en tubes annelés perforés en PVC qu'on dispose avec des systèmes de repérage topographique permettant 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 (SOLTNER, 11):

$$E = 2h\sqrt{\frac{Ks}{qc}}$$

Dans laquelle ***Ks*** *est la perméabilité du sol,* ***qc*** *le débit caractéristique (généralement 1l/s/ha= 10-7m3/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 10-7m3/s/ m2 = 0,3 l/s/ ha, on obtient :
pour ***h*** *= 1,50 m-1,30 m = 0,2 m:*
E = 2 x 0,2 racine carrée de 10-4/0,3 x 10-7,
soit: E= 23 m
Dans les mêmes conditions pour des drains profonds d'1,2m et un rabattement de 0,8m, h serait de 0,4m et l'écartement serait de 45m .

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 Arfiane ont fait retenir 1,5 comme coefficient Cx de multiplication. Autrement dit avec une eau de CE25= 2000 micromhos, l'eau de drainage pourra au mieux avoir une CE25 de 2000 x 1,5 = 3000 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.

4- COMMENT SE DEBARRASSER DU SEL ACCUMULE AVEC L'IRRIGATION LOCALISEE ?

Avec une irrigation localisée on n'humecte qu'une partie du sol occupée par les racines, environ un tiers. L'intérêt de la micro-irrigation est justement d'éviter les pertes par percolation. On part du principe qu'il suffit d'alimenter environ un tiers du système racinaire. L'offre d'eau à la plante se limite à l'entretien d'un bulbe humide dans lequel les racines viennent puiser. La forme de ce bulbe dépend de la nature du sol et du débit du goutteur. Avec des sols sablo-limoneux et des débits faibles (moins de 4 l/h) la masse humidifiée ressemble à une poire dont le pédoncule serait tourné vers le goutteur. Cette masse n'est pas homogène : l'humidité est la plupart du temps à saturation au centre et à la capacité au champ en périphérie. Les auréoles externes montrant une humidité de plus en plus faible allant jusqu'au point de flétrissement.
Un réseau goutte à goutte bien conçu et bien entretenu doit permettre de maintenir le système dans un état stable quelle que soit la saison et la demande en eau. Classiquement on peut piloter le fonctionnement d'un tel réseau avec des tensiomètres. On pourra alors vérifier si le bulbe a tendance à s'accroître en diamètre ce qui indique un excès d'eau (avec des pertes par percolation) ou bien au contraire à se restreindre annonçant ainsi une insuffisance d'eau et un stress hydrique pour la plante.
Dans un sol bien drainé dont on maintien la nappe phréatique à plus d'un mètre de profondeur, le bulbe humide entretenu par un goutteur de faible débit aura une forme circonscrite qui accumulera les sels en périphérie. En réalité on ignore tout de l'évolution à long terme d'un pareil dispositif et il est absolument nécessaire d'entreprendre les observations et les expérimentations destinées à éviter les pertes de production entraînées par la salinisation des bulbes humides. Il faudrait également s'assurer que leur évacuation en hiver est possible par l'apport de doses de lessivage conséquentes.
Il est clair que la gestion classique de ces réseaux à faible débit comporte des risques très importants, sans compter qu'au quotidien son utilisation manque de souplesse puisqu'il n'y a aucune réserve d'humidité pour la plante et que tout disfonctionnement va se traduire par un stress hydrique préjudiciable à la production.
Compte tenu des arguments précédents et dans l'état actuel de nos connaissances il paraît raisonnable d'employer des réseaux d'irrigation localisée à gros débit. Dans ces systèmes qui représentent essentiellement une amélioration de l'irrigation en cuvette ou en planches, il s'agit d'alimenter des petits bassins par des ajutages dont le débit normalisé tourne autour de 50 à 100 litres par heure. Dans ces conditions il paraît très

difficile d'éviter les pertes par percolation, en revanche le problème du lessivage et de l'évacuation des sels semble plus facile à résoudre.

CONCLUSION

L'analyse comparée des différents types de matériels et de réseaux permettant une irrigation localisée nous amène dans l'immédiat à la conclusion que les systèmes à haut débit (50 à 100 l/h) sont préférables aux goutteurs qui n'apportent que quelques litres par heure. Tout en permettant le lessivage nécessaire, ils sont plus faciles à mettre en œuvre et à entretenir, et ils sont moins coûteux à installer. Néanmoins on ignore tout du processus réel de ce type d'irrigation et de la dynamique de l'eau et des sels.

Il est clair qu'un programme d'expérimentation s'impose de manière urgente pour sécuriser le fonctionnement des réseaux d'irrigation localisée nouvellement installés. Ce programme devrait nécessairement associer quatre types de recherche :

1) L'évaluation des besoins en eau des palmiers (et éventuellement des autres plantes) à partir de l'ETref calculée soit avec les données des stations météo automatiques, soit à partir des estimations avec les bacs Colorado ou les évaporomètres de Piche. Il est urgent d'établir une corrélation entre ces trois méthodes
2) La mesure des sels au sein ou autour des bulbes humides entretenus par l'irrigation localisée bas débit et la dynamique de leur évolution, dans différentes conditions de salinité de l'eau et de texture du sol.
3) Le suivi de la nappe phréatique sous jacente par un réseau de piézomètres permettant de caractériser la dynamique de l'eau dans la palmeraie sur le long terme
4) La comparaison des systèmes haut et bas débit dans l'objectif de parvenir à une meilleure maîtrise de la salinité, tout en contrôlant les pertes par percolation et en assurant un bon fonctionnement du drainage.

Ces axes de recherche devraient être mis en œuvre d'urgence dans des stations de recherche offrant différentes conditions d'eau et de sols. Il nous semble que c'est le seul moyen de répondre aux problèmes d'irrigation - drainage qui se posent déjà et qui risquent dans l'avenir d'être la principale source de difficultés pour la production dattière dans la région. Le C.R.S.T.RA a commencé à s'équiper avec des stations météo et des tensiomètres qui devraient permettre de mettre en place sans tarder un dispositif de mesures et d'observations.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DUBOST D .et D.HADDAD, A.KAFI et H. MAANE, 1983. Rapport préliminaire sur les essais d'irrigation localisée du palmier dattier à la Station Expérimentale de Sidi Mahdi (Touggourt).*Bull .Agr.sahar.,5,29-60.*

DUBOST.D., 1987. Nouvelles perspectives agricole des eaux chaudes du Continental Intercalaire (Albien) dans la cuvette du Bas Sahara Algérien. *Bull. Agr .sahar*. , 5,61-109.

DURAND J .H .1983 les sols irrigables **.**Ed .PUF et ACCT, Paris, 350 p.

LAKHDARI F.1980. Influence de l'irrigation goutte à goutte sue les essais d'irrigation localisée du palmier dattier à la Station expérimentale de Sidi Mahdi (Touggourt). Thèse pour l'obtention du diplôme d'ingénieur Agronome.INA. ,70p.ronéotypées.

SOLTNER D., 1984. Les bases de la production végétale. 2- le climat (météorologie, pédologie, bioclimatologie,). Coll. Sci. Tech. Agr, St Gemmes sur Loire(Angers),312p.

ESSAI DE COMPORTEMENT ET D'EVALUATION AGRONOMIQUE ET TECHNOLOGIQUE DE 5 VARIETES DE PISTACHIER DANS LES CONDITIONS PEDOCLIMATIQUES DE TIGHENNIF (W. MASCARA)

M.DEBACHE , A.YAHIAOUI, B.LOUTA
Station Expérimentale ITAF Tighennif (Mascara)

INTRODUCTION

En Algérie l'introduction de la culture du pistachier (*Pistacia vera*) est relativement récente, entre 1970 et 1980, 400ha ont été introduits et des vergers furent créés dans différentes partie du pays, répartis dans les wilayas de Saida, Bouira, Batna et Djelfa.

Le faible niveau de rendement et les échecs enregistrés sur nos vergers sont dus en grande partie à une méconnaissance de l'arbre et ses capacités, aux conditions du milieu.

Bien que peu connu par rapport à l'olivier et la vigne, le pistachier est aussi un symbole de la culture méditerranéenne. Originaire du Moyen Orient, ce genre regroupe à l'exception de *Pistacia vera,* un nombre très important d'espèces dont *P.atlantica, P.terebinthus, P.palestina,..* qui trouvent leur intérêt en qualité de porte greffe et qui sont le plus fréquemment utilisées.

Sur le plan écologique, les écotypes rencontrés en Algérie se répartissent comme suit :

- ⇒ ***Pistacia lentiscus***, bassin de la Soummam en association avec le pin d'Alep et chêne liège
- ⇒ ***Pistacia terebinthus*** , bassin de la Soummam,versant Nord du Djurdjura,et dans le bassin d'El Kseur avec la même association d'espèces
- ⇒ ***Pistacia atlantica***, dans les hauts plateaux de l'Atlas saharien associé au ***Ziziphus lotus,*** et Pin d'Alep

DESCRIPTION DE *Pistacia vera*

Le pistachier vrai est une essence dioïque appartenant à la famille des anacardiacées. Le port selon le sexe est généralement arrondi mais plus érigé chez le mâle. Le feuillage est caduc, composé, imparipenné ; 3-5 folioles ovales acuminées, tourmenteux puis coriace à l'âge adulte.

Les fleurs mâles, sont à pétales et groupées en inflorescences de 7-8 mm de longueur. Elles émettent un abondant pollen. Les fleurs femelles ont un stigmate courbé, élargi et papilleux, réceptif pendant 4-5 jours. La fécondation est anémophile.
Les fruits sont des drupes, de la grosseur d'une noisette, à l'écorce ligneuse et qui se fendent naturellement. Ils contiennent une graine verte allongée en forme d'amande, couverte d'une pellicule brun rosé. Celle-ci, riche en huile et en amidon.

EXIGENCES PEDOCLIMATIQUES DE L'ESPECE

La rusticité du pistachier en fait une espèce capable de s'adapter dans divers milieux. Il prospère sur différentes catégories de sols au pH basique. Il accepte les sols asphyxiants à long ou mauvais ressuyage. Sa tolérance au calcaire peut atteindre 70%. Il est également résistant au sel.
Un climat sec et tempéré lui est favorable. Sa zone de culture est comprise entre les latitudes 30-45 avec des étés chauds, secs et longs. Il peut être cultivé jusqu'à 1400 m d'altitude. Sur le plan de la pluviométrie, il peut vivre dans des isohyètes compris entre 150-200mm /an. Un climat plus humide supérieur à 400 mm lui est défavorable en raison de son mode de fécondation.

IMPORTANCE DE LA CULTURE

Le pistachier est une espèce importante dans le paysage agro économique. Il entre dans l'augmentation des revenus agricoles de nombreux pays dans le monde en raison de son bas rapport coûts de production/rendements. D'autre part, le développement du secteur agroalimentaire en a fait un produit très demandé qui entre dans la composition de nombreuses préparations à côté de sa consommation en qualité de fruit sec. Le pistachier trouve aussi des applications dans le domaine pharmaceutique.
La production du pistachier est estimée à plus de 213 000 t, les USA qui ont nouvellement introduits l'espèce tiennent le sommet avec plus de 81000 t. puis l'Iran 68000 t., la Turquie 40000 t., la Syrie 15000 t. et l'Italie avec 4000 t..
En Algérie, l'introduction du Pistachier est relativement récente. Entre 1970 et 80, 400 ha ont été introduits et des vergers furent créée dans différentes parties du pays, répartis dans les wilayas de Saida, Bouira, et Batna.

PROBLEMATIQUE

En Algérie la répartition des vergers est restée figée depuis plus de 25 ans avec une stagnation des superficies à 80 Ha en moyenne. L'état des vergers n'a cessé de décliner depuis l'introduction de cette culture. On y note:

1. Des sujets mal taillés
2. Taux de manquants important
3. Faibles rendements

Malgré les programmes de développement entrepris par différents organismes (HCDS, forets, DSA) aucun essor notable n'a été enregistré dans ce domaine au regard des potentialités existantes en Algérie malgré les mesures incitatives (PNDA pour exemple) et ce en raison principalement :

1. De la carence en matériel végétal (portes greffes, greffons)
2. De l'absence de professionnels dans le domaine de la multiplication et greffage
3. Pas de fort engouement de la part des agriculteurs en raison de non maîtrise de la culture et sa lenteur à rentrer en production (5-7ans).

OBJECTIFS DE L'ESSAI

Les connaissances disponibles sur les caractéristiques des variétés de pistachier et leur adaptation à différentes conditions de milieu sont très limitées.

Le but de ce travail est d'étudier les différents paramètres agronomiques et culturaux de l'espèce pour maîtriser son agrotechnie nécessaire au développement de la culture du pistachier en Algérie .

LOCALISATION DU SITE DE L'ESSAI

Le lieu de l'essai de comportement, l'objet de notre travail au niveau de la station expérimentale de l' ITAF (Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la vigne) est situe dans la plaine de Ghriss commune de Tighennif wilaya de Mascara .

- Latitude: 35°22' N
- Longitude: 00°16'E
- Altitude: 496 m
- Étage bio climatique: Semi-aride

CARACTERISTIQUE DU SOL

La ferme présente un sol profond à texture sablo limoneuse, le taux de calcaire total se situe en moyenne à 6,79% avec un PH de 7,15 en moyenne Le taux de matières organique est faible, du point de vue potentiel nutritif, il est moyen pourvu en phosphore, mais pauvre en azote et en potassium.

CARACTERISTIQUES CLIMATOLOGIQUE DU SITE DE L'ESSAI

La zone où se trouve la station est soumise au climat de la région (semi aride) qui se caractérise par un hiver froid et un été chaud , le cumul

pluviométrique enregistré est d'environ 300mm et les quantités de froids (Qf) annuellement est de 860HF calculé par la méthode de Munoz

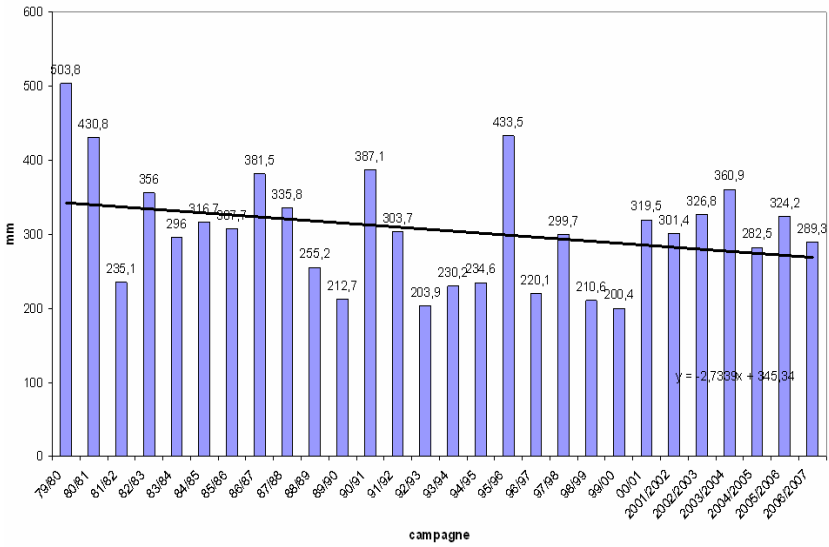
1. Température

Température moyenne												
Campagne	**sept**	**oct**	**nov**	**déc**	**janv**	**fév**	**mar**	**avr**	**mai**	**juin**	**juil**	**août**
98/99	24,2	16,9	12,9	9,1	9,3	8,1	12,7	15,5	21,8	24,1	27,2	28,4
99/00	23,7	21,4	11,2	2,4	7,8	11,1	13,3	15,6	20,4	24,7	28,1	28,3
00/01	23,2	17,1	13,3	12,2	10,3	10,4	15,7	14,8	17,4	25,4	27,6	28,7
2001/ 2002	24,2	22,4	12,4	9,5	9,9	10,7	13,3	14,3	18,8	26,1	25,5	24,9
2002/ 2003	22,5	19,5	13,6	12,4	8,5	9,2	14,1	14,9	18,6	26,6	28,7	28,8
2003/ 2004	23,6	19,8	14	9,9	10	12,3	12,6	14,6	16,2	24,1	28	29,2
2004/ 2005	25,5	21,4	11,4	9,5	7,2	6,6	12,8	14,8	20,8	24,1	28	26,8
2005/ 2006	22,3	20,4	12,8	9,2	8,3	8,8	13,5	18	22,3	24,8	29,2	27,1
2006/ 2007	23,2	21,6	16	10,4	9,9	12,1	11	14,2	18,6	22,6	28,1	28,2
2007/ 2008	24,3	18,1	11,9	9,1	9,8	12	12,8	16,3	18,6	24	28,5	28,6
Moyenne	23,67	19,86	12,95	9,37	9,1	10,13	13,18	15,3	19,35	24,65	27,89	27,9

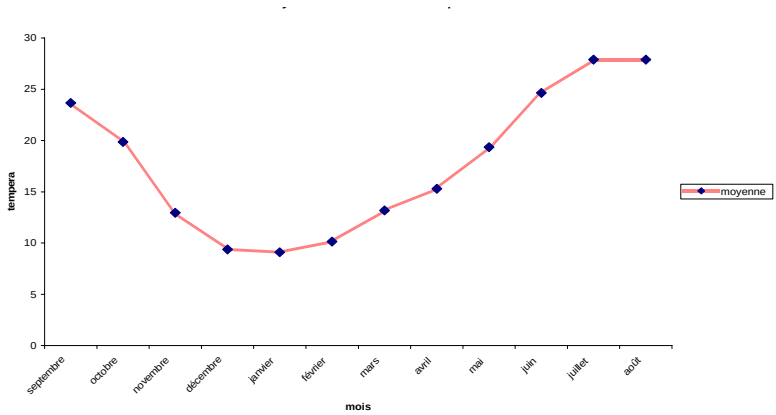
2. Pluviométrie

Campagne	Précipitation
1979/80	503,8
1980/81	430,8
1981/82	235,1
1982/83	356
1983/84	296
1984/85	316,7
1985/86	307,7
1986/87	381,5
1987/88	335,8
1988/89	255,2
1989/90	212,7
1990/91	387,1
1991/92	303,7
1992/93	203,9
1993/94	230,2
1994/95	234,6
1995/96	433,5
1996/97	220,1
1997/98	299,7
1998/99	210,6
1999/00	200,4
2000/01	319,5
2001/02	301,4
2002/03	326,8
2003/04	360,9
2004/05	282,5
2005/06	324,2
2006/07	289,3
2006/07	285,70
2007/08	274,00

Evolution de la pluviométrie
période 1979/2007



Moyenne mensuelles des températures



Les variétés étudiées

Cinq variétés d'origine syrienne ont été introduites et ont fait l'objet d'une étude de comportement sous les conditions pédoclimatiques de la région ces variétés sont :

- Achouri
- Adjmi
- Batouri
- Bayadhi
- Neb djmel

Dispositif expérimental

Le dispositif a pris en compte les vents dominants de la région (NW) , afin de faciliter la pollinisation. A cet effet, la parcelle est orientée d'Ouest en Est dans sa plus grande longueur.

La distance de plantation est de 5*5 m. le greffage est effectuée en Juin 1999. Chaque variété comprend 30 plants avec une proportion de 1 plant mâle pour 10 plants femelle (1♂ et 10♀). Afin de favoriser au maximum la pollinisation : facteur déterminant de la production.

Les paramètres de recherches

Phénologie des stades végétatifs pour chaque variété

- ✓ Débourrement
- ✓ Floraison
- ✓ Maturité

Les analyses technologiques pour chaque variété

- ✓ Le poids moyen d'un arbre
- ✓ Le nombre de grappes par arbre
- ✓ Poids moyen d'une grappe
- ✓ Le nombre de graines par grappe
- ✓ La Couleur (avec et sans tégument externe)
- ✓ Le Poids de la graine (avec et sans tégument externe)
- ✓ dimension de la graine (avec et sans tégument externe)
- ✓ La forme de la graine
- ✓ Taux de déhiscence (ouverture des fruits)
- ✓ Poids moyen de 100 graines (avec et sans tégument externe)

Résultats de comportement des variétés étudiées

Varieties / Caractéristiques	ACHOURI	ADJMI	BATOURI	BAYADHI	NEB-DJMEL
Couleur de la coque	Blanche tachetée de marron	Blanche légèrement bariolée	Blanche	Jaune avec tache rouge	Blanche laiteuse
Longueur du fruit mm	18.37	18.97	22.62	22,60	23.68
Largeur du fruit mm	10.43	11.75	12.93	12,12	10.40
Grosseur mm	8.50	11.25	14.04	11,66	10.66
Taux de déhiscence	Ouverte	Très ouverte	Fermée	Ouverte	fermée
Poids de 100 graines gr	99	110	130	110	140
Poids sec moyen d'un arbre (KG)	2,300	3,500	4,200	3,900	1,600

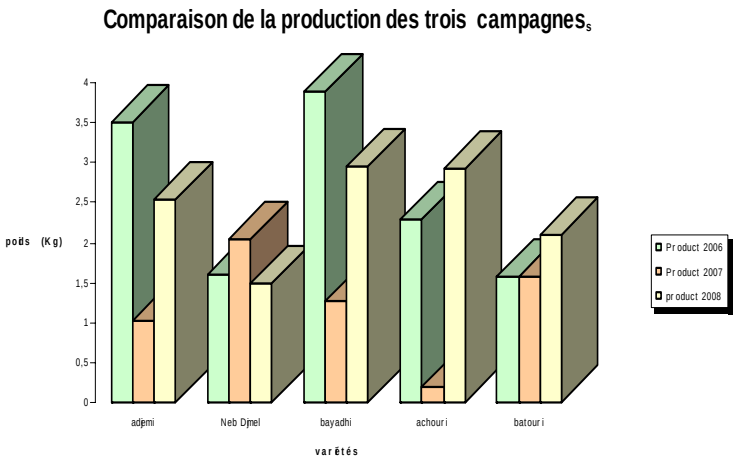
CYCLE BIOLOGIQUE

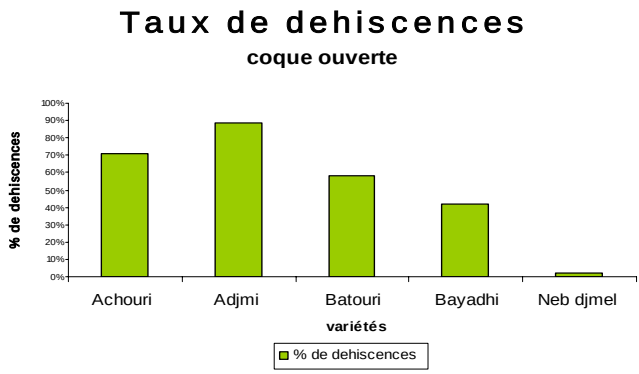
variétés	Achouri	Adjmi	Battouri	Neb djmel	Bayadhi	mâle A
Stade phenologiques						
Gonflement des bourgeons floraux	1er décade de Mars	1er décade de Mars	1er décade de Mars	1er décade de Mars	1er décade de Mars	1er décade de mars
floraison	du 25 mars au 05 avril	du 30 mars au 10 avril	du 22 mars au 05 avril	du 1 avril au 10 avril	du 30 mars au 10 avril	du 20 mars au 02 avril
L'apparition des feuilles	1er décade d'avril	2eme décade d avril	2eme décade d'avril	2 er décade d avril	2eme décade d'avril	2eme décade d'avril
Maturité	1 er décade de septembre	2eme décade de septembre	2eme décade de septembre	3eme décade de septembre	3 eme décade de septembre	

✓ Les variétés étudiées ont donné des résultats forts intéressants , et des différences importantes ont été mises en évidence entre variétés étudiées pour ce qui concerne des caractéristiques agronomiques et commerciales importantes (époque de floraison, vigueur , productivité et caractères du fruit et de l'amandon)
✓ Le potentiel commercial de certaines de ces variétés s'avère particulièrement intéressant. .Il s'agit des variétés Achouri et Adjmi qui ont un taux de déhiscences très élevés.
✓ La variété Batouri s'est avérée intéressante comme semence
✓ Les résultats obtenus ont montre bien la caractéristique de l'alternance de production du pistachier qui est très remarquable chez la variété Achouri par rapport aux autres variétés.
✓ Ces variétés font l'objet d'un travail de sélection et de multiplication pour disposer d'un matériel végétal important

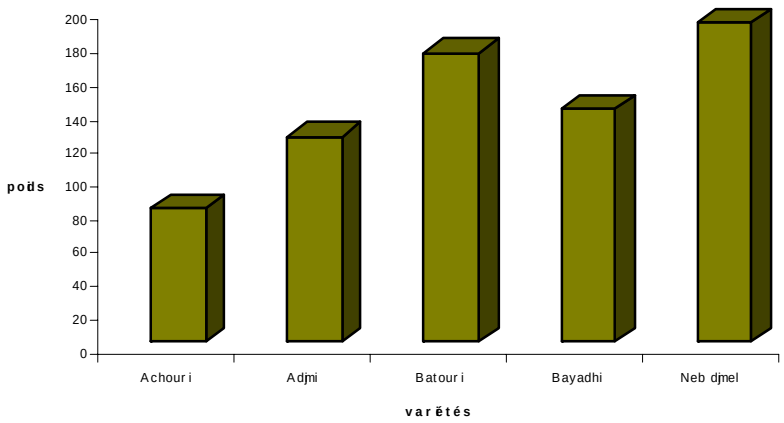
PROPOSITION DE CONDUITE DU PISTACHIER (*Pistacia vera*)

Pluviométrie moyenne annuelle en mm	Densité /ha	Distance
Vergers non irrigués		
200-300mm	70	12*12
300-400mm	100	10*10
400-500mm	125	10*8
Vergers irrigués		
Sols pauvres	156	8*8
Sols riche	200	6*8
Culture intensive	400	4*5


Comparaison de la production des trois campagnes
poids (Kg)
4
3,5
3
2,5
2
1,5
1
0,5
0
adjmi
Neb Djmel
bayadhi
achouri
batouri
variétés
Product 2006
Product 2007
product 2008


Taux de dehiscences
coque ouverte
% de dehiscences
100%
90%
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
Achouri
Adjmi
Batouri
Bayadhi
Neb djmel
variétés
% de dehiscences

Poids de 100 grains secs



Les impacts de l'espèce

- ✓ Le pistachier est une espèce à plusieurs vertus
- ✓ Alimentaire
- ✓ Écologique
- ✓ Économique

La valeur alimentaire du pistachier

Le pistachier est une espèce très riche en huile, en protéine et faible en sucre

Matière nutritive	%
Calcium	0.14
Potassium	1.06
Huile	54.43
Cellulose	1.78
eau	8.32
Protéine	22.9
Phosphore	0.59
Magnésium	0.18
Sucre	7.18
Matière sèche	3.38

Écologique

Il joue un rôle important dans l'équilibre de l'écosystème aride et semi aride, comme il utilise de façon très efficace l'eau du sol et du sous sol par son système racinaire très développé.

Économique

Le pistachier est une essence fruitière importante dans le développement de l'économie agricole et l'augmentation des revenues des pays producteurs grâce à son moindre coût agricole et son rendement par rapport aux autres espèces cultivées.

La marge brute d'un hectare de pistachier est de l'ordre de 260.000,00 DA
Ce calcul est fait sur la base d'un rendement moyen de

- ✓ 10 Kg de fruit frais par arbre
- ✓ 2.000,00DA par QX
- ✓ 100 .000,00 DA le coût d'entretien d'1 hectare de pistachier

Perspectives de développement

L'exploitation de la culture du pistachier reste très faible et accuse un retard notable. Les perspectives de développement de cette espèce en zones arides et semi arides vise sa réhabilitation, sa valorisation et son extension sur de nouvelles zones à bon potentiel.

Il faut aussi mener un travail en amont afin de promouvoir un schéma de production en rapport avec les nouvelles techniques de multiplication du matériel végétal par le biais d'institutions capables de mener à bien un tel projet.

BIOECOLOGIE DES POPULATIONS D'OUTARDES HOUBARA (CHLAMYDOTIS UNDULATA UNDULATA) DANS LA REGION DE BISKRA

M.BELHAMRA[1], Y.FARHI[2], D.BERREJOUH[2], A.MALOUFI
1 : Université Kheider Mohamed Biskra
2 : Centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides

RESUME

L'Outarde houbara (*Chlamydotis undulata undulata*) appartient à un groupe d'oiseaux largement diversifié, ce genre est représenté par 22 espèces et 47 sous-espèces et toutes font partie de la famille des *Otididae*. En Algérie, elle fait partie des espèces protégées, et à l'échelon international elle est rangée à l'appendice II de la convention de Washington sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (C.I.T.E.S.). Partout, les populations de cette espèce sont en déclin à cause de la destruction de l'habitat et d'une chasse excessive. Aujourd'hui, on postule que les populations algérienne de cette espèce aurait été fractionnée en sous populations et que probablement elles seraient isolées l'une de l'autre. Notre étude s'est focalisée sur l'aspect de conservation *ex situ* et la biologie de la reproduction. Les résultats obtenus en se basant sur un essai d'élevage de 10 outardeaux ramassés dans la région de Biskra confirment la faisabilité de la conservation *ex situ* et nous incitent à mettre en œuvre un programme de renforcement des populations naturelles.

Mots-clés : *Outarde houbara* (*Chlamydotis undulata undulata*), *Biologie, reproduction*

SUMMARY

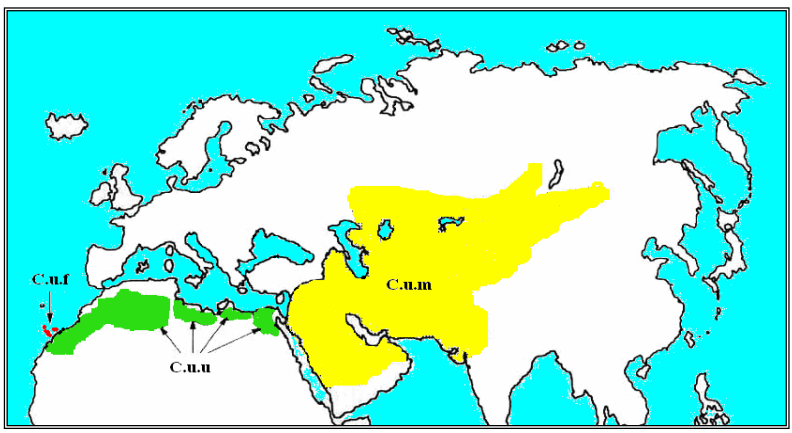
The bustard houbara (chlamydotis undulata undulata) belongs to a group of birds largely diversified; this genus comprises 22 species and 47 sub-species which form part of the otitidae's family. In Algeria, they are among the protected species, and at the international level it is classified on appendix II of the International Trade Washington Convention of the Wild Fauna and Flora species Threatened by Extinction (C.I.T.E.S). Everywhere, these populations are in decline because of the destruction of their habitat and over-hunting. Nowadays, we assume that the Algerian population of this species had been divided into sub-populations and probably they were isolated from each other. Our study is based on ''ex situ" preservation aspect and on biological breeding. The results based on husbandry experiment of "10 "bustard" rake in the region of Biskra, confirm the feasibility of the ex situ preservation and abet us to implement a program for the reinforcement of the natural population.
Key words : *bustard houbara* (*chlamydotis undulate undulata), biology, breeding,*

I-INTRODUCTION

L'Outarde Houbara (*Chlamydotis undulata Jacquin, 1784*) occupe une place importante dans la relation entre l'homme bédouin et son environnement, elle est considérée comme l'oiseau le plus populaire et emblématique des régions arides allant du Maghreb aux pays du Golfe. Malgré cette évidence, dans ces pays et particulièrement au Maghreb, l'état actuel de nos connaissances sur la faune sauvage reste peu développé et fragmentaire; peu de données sont disponibles sur la cinétique démographique des populations naturelles. Les seules observations sur la répartition de l'espèce remontent aux années soixante –quatre vingt (LEDANT et al, 1981).

Les changements climatiques notamment les sécheresses successives dans l'ensemble de l'aire de répartition, les bouleversements des habitats suite à des programmes de mise en valeur nouvelle visant les monocultures en zones arides sur de grandes étendues, l'exploration minière, pétrolière et enfin l'acharnement des chasseurs moyen-orientaux sont autant de facteurs qui ont contribué à l'effondrement des populations (GRETH, 1993 ; BELHAMRA, 2005). Devant ce constat la communauté internationale a impulsé des travaux de recherche et des mesures urgentes de protection sur l'ensemble de l'aire de répartition (Bird Life International, 2004- 2008).

Figure 1.- Parade nuptiale d'un mâle d'Outarde (photo BELHAMRA)



Sous espèce : *Chlamydotis undulata* ***fuertaventurae***
Sous espèce: *Chlamydotis undulata undulata*
Sous espèce: *Chlamydotis undulata macqueenii*

Figure 2.- Aire de répartition de l'Outarde houbara Chlamydotis sp dans le monde

L'aire de distribution s'étend à l'ensemble de l'Afrique du Nord, de l'Égypte au Maroc y compris la Mauritanie (ETCHECOPAR et HÜE, 1964 ; GORIUP, 1997). Le schéma généralement admis montrait que les populations Nord Africaines de cette espèce se reproduisaient surtout en Algérie. Cet ensemble correspond à des régions semi- arides et arides dont les précipitations annuelles sont inférieures à 200 mm.
(*In* Saint Jalme,& Van Heezik, 1996)

C.u.fuertaventurae : plumes noires du cou (de parade) plumes blanches de la huppe, sous espèce de *C.u.undulata* dont l'aire de répartition se limite aux Iles Canaries et à Lanzarote.
C.macqueenii : plumes du cou noires et blanches (parade), plumes blanches de la huppe avec un centre noir; espèce asiatique répartie depuis le Sinaï jusqu'à la Mongolie en passant par les Steppes d'Asie centrale. Dans ce genre, seule l'espèce C.macqueenii est migratrice tandis que les autres sont sédentaires.

1.2. Statut de conservation

Nous présentons ci-dessous une synthèse des résultats auxquels ont abouti les scientifiques concernés par la problématique de sauvegarde des populations d'outardes, notamment le programme Bird Life qui prend en compte le plan d'action international. Cette esquisse résume parfaitement la situation des populations naturelles au cours des 20 dernières années (Tableau 1). En quelques mots, la population d'outardes est menacée sur l'ensemble de l'aire de répartition. En Algérie, sa population a été estimée entre 5000 et 6000 individus (GORIUP, 1997).

Tableau 3.- Tendances observées de déclin chez les populations d'Outardes houbara (AZAFZAF et *a.l*, 2005)

Country	**Population (individus)**	**Population tendance**	**Saison Occurrence**	**Notes**
Algerie	> 5,000 (Goriup 1997) ***(5,000–6,000*)***	Declin	Residant; court- moyen-moyen movements	Population estimation des besoins confirmation
Egypt	> 500 (Goriup 1997)	Declin	Residant; court terme movements	Population estimation des besoins confirmation
Libie	>1,000 (Goriup 1997) ***(1,000*)***	Declin	Residant; court- moyen - terme movements	Population estimation des besoins confirmation
Mauritani	inconnu	inconnu	Residant; Court terme movements	Population estimation requis
Maroc	2,000-3,000 (Haddane 1992 &1985) > 3,000 (Goriup 1997) ***(>1,240*)***	inconnu	Partiel immigrant, court terme long terme movements	Population estimation des besoins confirmation
Tunisie	1,256 Dept National (1979); 895 Dept National des (1982) > 300 (Goriup 1997) ***(<1,000*)***	Declin	Residant; court terme movements	Population estimation des besoins Confirmation

Le but de ce travail vise à exposer la situation biologique des populations d'Outardes houbara et d'évaluer la faisabilité de son élevage et de proposer

les solutions de conservation en adéquation avec les critères de l'UICN. Les travaux de recherche en cours combinent plusieurs volets complémentaires :
1. le bilan portant sur le statut des populations et l'inventaire des perturbations. Ce volet, descriptif et analytique, permet de préciser les facteurs agressifs. La démarche s'appuie sur une prospection et une enquête permettant de déterminer et de définir le statut local et national. A cette première démarche nous allons exposer les estimations de densités, cette partie sera suivie par l'étude du régime alimentaire à partir des déjections ramassées sur terrain et le contenu du jabot,
2. un essai d'élevage en vue d'explorer des solutions de conservation *ex situ* et la création d'éco-emplois,
3. l'évaluation des moyens économiques et des stratégies à mettre en œuvre pour prévenir et limiter les perturbations en cours et prévisibles.

II. MATERIEL ET METHODES

L'objectif assigné à cette première tentative se limite en priorité à la prospection des zones potentielles à travers les wilayas du pays pendant au moins deux années successives et pendant les mois de janvier à fin Mai. Cette démarche a été suivie par un échantillonnage non systématique au niveau des territoires de Ras el Miâad et Besbès dans la wilaya de Biskra.
La zone d'étude a fait l'objet de plusieurs visites de terrain (24/4/ 99 au 26/4/99 ; le 13/5/99 au 15/5/99 et, le 13/5/05 au 15/5/05, et du 22 au 24/05/2008) Le territoire prospecté pendant toute la période d'étude couvre la région de Besbes, Ras el Miaâd) fig. 4. La superficie touchée est environ 800 000 ha, dont la grande partie du territoire est sous le contrôle des communes de Ras El Miaâd et de Bessbès.

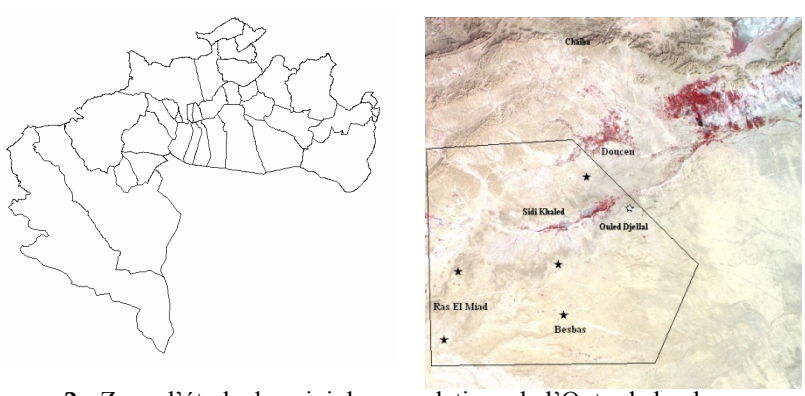


Figure 3 : Zone d'étude du suivi des populations de l'Outarde houbara

Le suivi des populations de l'Outarde houbara a été concentré au niveau des Dayas et des steppes buissonneuses à *Haloxylum* et *Astragalus* (Fig 4, 5, 6 et 7). Il s'agit d'une steppe
subdésertique à base de chamaephytes, représentées principalement par un couvert végétal peu diversifié. On rencontre dans la zone d'étude surtout *l'Astragalus armatus* – et l'*Haloxylum scoparium* .

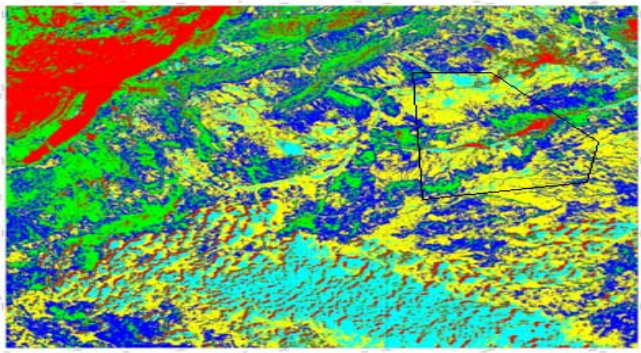


Figure4. Classification automatique supervisée des classes d'habitats d'outarde houbara
En jaune la classe de steppe buissonneuse clairsemée de *Haloxylum* et *Astragalus*

Figure 5. Végétation type rencontrée dans la région d'étude: steppe buissonneuse à *Haloxylum et Astragalus* sur substrat à horizon superficiel, sablonneux et caillouteux (photo Farhi).

Figure. 6. habitat de l'outarde houbara (en premier plan *Zizyphus lotus*, (photo Farhi)

Dans les dépressions ou Dayas (Fig 7) en rencontre des vieux Bétoums (*Pistachia atlantica*) et surtout des buissons épineux de jujubiers (*Ziziphus lotus*).

Le bioclimat de la région subit les influences du Sahara. Il conféré à la zone un climat sec et chaud avec une amplitude thermiques très importantes. La pluviosité moyenne annuelle varie entre 400 et 100 mm. Le régime saisonnier des précipitations est du type AHPE.
Le mois de janvier est le mois le plus froid, les températures moyennes minimales enregistrées est de 6,7 à Biskra. En revanche, le mois de juillet est le mois le plus chaud avec une température maximale moyenne de 41,7°C (fig. 8).

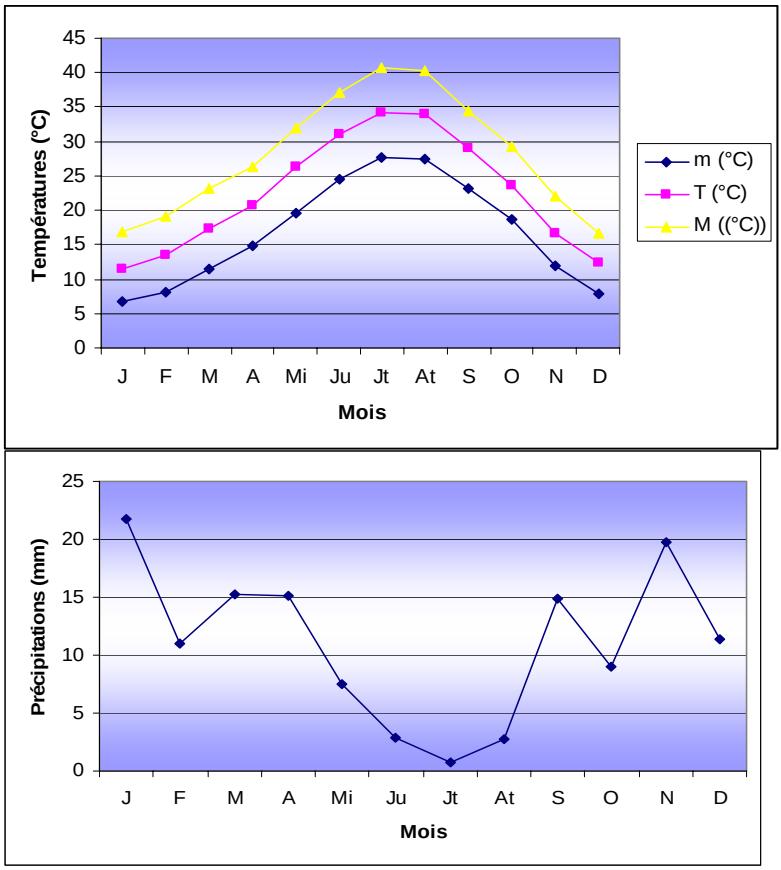


Figure 8. Variabilités thermiques de la région et des Précipitations moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période (1991-2007)

II.1.-Stratégies de prospection et échantillonnage des populations d'Outardes houbara.

Echantillonnage non systématique

Le territoire naturel où l'Outarde houbara est inféodée est composé en grande partie de zones subdésertiques et désertiques. Ces milieux s'y prêtent difficilement aux méthodes de recensement. C'est pourquoi le principe que nous avons retenu s'inspire de la méthode des itinéraires échantillons en véhicule (Ligne-transect). Bien entendu celle-ci a été adoptée avec un apport de modifications en fonction des moyens disponibles, en temps, en véhicules 4x4 et des conditions du milieu. Au départ, pour des raisons d'ordre technique et théorique, l'application de cette méthode pose la problématique suivante :

Absence des connaissances préalables sur le comportement de l'oiseau dans la zone d'étude, le problème relatif au choix de la distance entre 2 observateurs ou 2 itinéraires-échantillons se posait également. Celle-ci doit être le double de la distance de fuite et, mieux encore, le double de la distance à laquelle l'oiseau pourrait être contacté. Lors de nos sorties sur terrain, nous avons mesuré cette distance de fuite par rapport à un observateur; elle est 300 m chez l'Outarde. Donc, il aurait fallu prendre une distance D = 600 m entre 2 véhicules. Toutefois, sur les 30000 ha on aurait échantillonné une bande de 6000 ha, soit un taux d'échantillonnage de 20%.

- Secteur Oued Zeboudj, commune de Ras El Miaâd dont la superficie totale est de 30 000 ha; unité d'échantillonnage : 10000 ha;
- Secteur Oued Skeb, commune de Ras El Miaâd, superficie totale est de 24000 ha; unité d'échantillonnage : 7800 ha;

Les zones à recenser sont divisées en secteurs de 7000 à 10000 ha, chacun des secteurs à raison d'au moins une séance par mission a fait l'objet d'une prospection. Les moyens utilisés sur terrain sont :

- véhicules 4 x 4 ;- une carte de terrain ;- des paires de jumelles – boussoles et GPS ;- montres- fiches d'observation.

Lors des sorties sur le terrain, les parcours d'itinéraire-échantillon (2 à 5 itinéraires) d'une distance de 20 Km de longueur et de 1 à 1,2 Km de largeur des 2 cotés, ils sont parcourus à l'aide d'une voiture 4x4 avec une vitesse moyenne de 20 Km/h. Si un oiseau est observé les véhicules s'arrêtent et l'observateur notera toutes les informations : l'espèce, le nombre d'individus, la composition du groupe, les distances inter-individuelles, le lieu, la direction des déplacements, la direction de la fuite, le comportement,... etc.

Pour déterminer le sexe de l'oiseau nous avons utilisé les critères décrits par Gaucher (1995) : une femelle en incubation est mal disposée à l'envol et ses pattes sont plus fines que celle d'un mâle.

II.2.-Etude du régime alimentaire de l'Outarde houbara

Après l'obtention de fientes et des contenus du gésier d'une Outarde houbara, on placera l'échantillon dans une boîte de pétri remplie d'eau durant un jour pour faciliter le tri des poussières et d'obtenir des particules propres et faciles à observer sous la loupe binoculaire, à l'aide d'une pincette et les placer dans un papier absorbant pour les dessécher puis on passe à l'observation sous la loupe binoculaire à grandissement de (x 25). La détermination de ces échantillons est rendue possible par l'utilisation d'un guide des insectes.
La détermination des espèces consommées par l'Outarde est basée sur l'examen sous la loupe binoculaire des fragments recueillis. Les végétaux sont déterminés par la présence de fragments végétaux tels que les tiges, les fleurs, les bourgeons et les feuilles. Le dénombrement reste difficile à déterminer.
Concernant les arthropodes, l'identification de la classe, de l'ordre et de la famille des invertébrés proies est basée sur la présence d'une partie du corps de l'arthropode, tels que les têtes, les mandibules, les thorax, les pattes, les élytres et les abdomens. La détermination des insectes va jusqu'à la famille ou le genre et dans des cas exceptionnels jusqu'à l'espèce. On se base dans ces cas sur des critères morphologiques de la tête, des ailes, des mandibules, du thorax, des coxas, des fémurs et des tibias. Nous nous sommes contentés de signaler la famille ou l'ordre lorsque nos investigations de détermination n'ont pas pu aboutir au genre ou à l'espèce. Pour la même famille ou l'ordre, nous avons désigné par sp.1, sp.2, sp.3, ainsi de suite, des espèces différentes les unes des autres par des caractères de forme, de taille, d'aspect et de couleur. Les vertébrés sont déterminés à partir des ossement, mais celle-ci reste difficile à cause de la fragmentation avancée des éléments retrouvés.

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

III.1. statut de conservation des populations

Dans le tableau 2, ci-dessous, on voit clairement que sur l'ensemble de l'aire de répartition actuelle les populations algériennes d'Outardes houbara sont en déclin. Bien qu'elle figure dans la liste de l'ordonnance présidentielle n°06-05 du 15 juillet 2006, relative à la protection et à la préservation de certaines espèces animales menacées de disparition, ce déclin spectaculaire ***impose des mesures urgentes***.

Tableau 4.- Etat d'évolution du statut de la population à travers les wilayas

N°	wilaya	L'état de population	Année
01	Béchar	Régression	2000
02	Biskra	Régression	1998
03	Saida	Régression	2000
04	Laghouat	Régression	2000
05	M'sila	Régression	2000
06	Nâama	Régression	2000
07	El-oued	Régression	1999
08	Tébessa	Régression	1999
09	Khenchela	Régression	2000
10	Tiaret	Régression	2000
11	Ouargla	Régression	2000
12	Ghardaia	Régression	2000
13	Tlemcen	Régression	2000
14	Sidi labbes	Régression	2000
15	El Bayadh	Régression	2000
16	Adrar	Régression	2000
17	Djelfa	Disparition	2000-2005

En effet, cet état de conservation défavorable aux populations d'Outardes est préoccupant. Il est associé à une régression de la distribution. Théoriquement, on peut donc en déduire que celui–ci a généralement pour conséquence un déficit du succès reproducteur attribué lui-même aux conditions climatiques de la saison et à la faiblesse de production de biomasse primaire. Mais cette situation est aggravée par des prélèvements importants des adultes. Les observations personnelles au cours de cette année 2008 (caractérisée par une forte sécheresse) confirment bien qu'une

grande partie des femelles n'ont eu de saison de ponte. D'où le dérèglement général dans le recrutement en poussins (futurs reproducteurs). Cette situation nous rappelle le même phénomène observé dans les années 80. En plus, les populations sur l'ensemble de l'aire de répartition seraient probablement séparées et constituées en sous populations isolées les unes des autres.

III.1. Densité des populations

Tableau 3.- Etat récapitulatif des animaux contactés et de l'échantillon ramassé

Lieux	Nbre d'oiseaux dénombré en 2005	Nbre d'oiseaux dénombré en 1999	Observations
Ras El Miâad	66	23	Etalement de période de ponte de janvier à fin Mai

- Densité de l'espèce à Ras El Miaad

$$DP = N/LTx\ lT$$

où
DP = Densité de l'espèce
N = Nombre d'animaux de l'espèce aperçus à l'intérieur de la bande d'observation
LT = Longueur du transect en Km
lT = largeur du transect en Km pour l'espèce

Dp çç = 23/20 x 5= 0,23 outardes /100 ha
Dp 05 = 66/20 x 5= 0,66 outardes /100 ha

Estimation de la population.

$$EP = DP \times HP$$

Où
EP = Estimation de la population de l'espèce
DP = Densité de l'espèce
HP = Habitat probablement occupé par l'espèce (la superficie de l'habitat en Km2).

EP99 = 0,23/100 x 30000 = 69 Outardes.
EP05 = 0,66/100 x 30000 = 198 Outardes
EP99 – EP05 = + 129 Outardes

L'effectif total d'outardes recensées entre les deux périodes montre un écart positif de 129 individus, soit une densité qui varie entre 0,23 à 0,66/100ha. Les individus observés en hiver se répartissent en petits groupes de 8 à 15. Le nombre total d'individus recensés de 1999 à 2005 démontre que la population locale d'outarde à doublé sa densité en l'espace de 6 années. En assimilant à une "mortalité" les départs éventuels hors de la zone d'étude et une mortalité, due tant à l'action de l'homme (braconnage, dérangements) qu'à celle de causes naturelles (prédation ...), est à rapprocher de celle de 40% trouvée dans les régions de chasse de petit gibier. En effet, sur la base d'une étude de terrain entre 1999 et 2000 et les résultats de l'échantillonnage non systématique entre 1999 et 2005, nous permettent d'avancer que la situation des populations d'Outardes se confirme en faveur du déclin général. A l'exception des territoires de la wilaya de Biskra–El oued où on note une nette augmentation de la densité d'Outardes.

III.3. Régime alimentaire

Pour mieux préciser le régime alimentaire de l'houbara nous nous sommes basés sur :

- **les analyses du contenu stomacal de l'Outarde houbara.**
- **les analyses des déchets de déjection de l'Outarde houbara obtenus dans le milieu naturel et la bibliographie disponible sur cette question.**

Concernant les végétaux et les vertébrés, le dénombrement s'avère difficile à réaliser à cause de la fragmentation avancée des éléments retrouvés.

Concernant le dénombrement des arthropodes consommés par l'Outarde, il s'effectue espèce par espèce, en se basant sur le nombre de pièces de même type et ayant les mêmes dimensions. Ainsi, un individu correspond à une tête, un thorax, un abdomen, ou bien à deux élytres, deux ailes membraneuses, deux antennes de même dimension l'une étant droite et l'autre gauche ou bien encore à six pattes de mêmes dimensions trois étant gauches et trois droites.

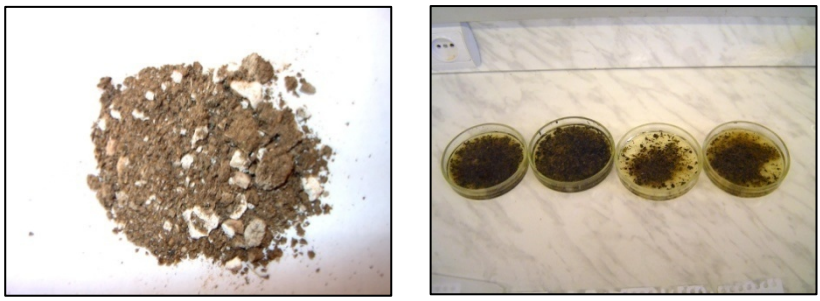


Figure 8. Fiente et contenu du gésier

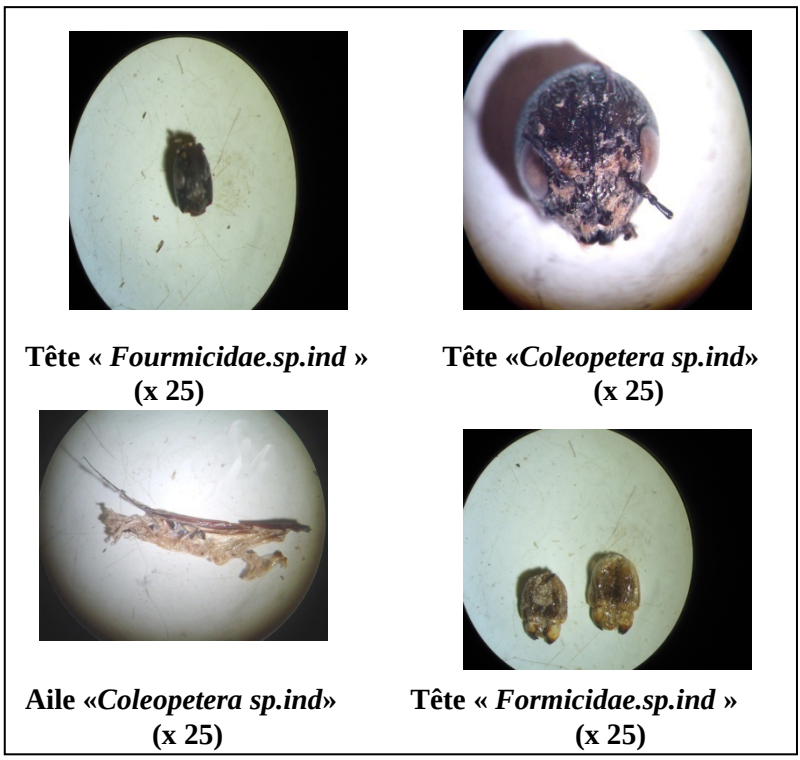


Figure 9. Différents spécimens trouvés par l'analyse du gésier et des fientes (x25)

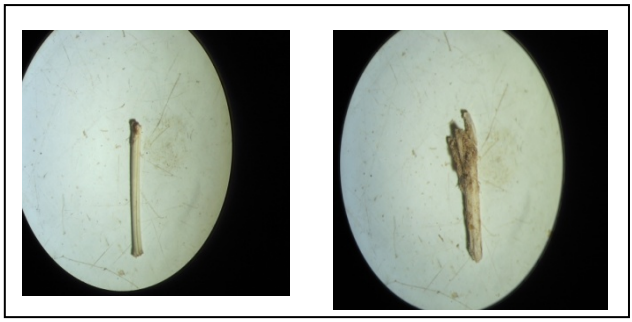


Figure 10. Fragments osseux d'un micromammifère (x25)

L'étude du régime alimentaire de l'Outarde houbara est basée sur l'analyse du contenu du gésier et des fientes. De cette analyse, il ressort que le spectre alimentaire de « *Chlamydotis undulata undulata* » est composé de végétaux, déterminés par la présence de tiges et de bourgeons, et de micromammifère (insectivores) déterminé par la présence des fragments du protibia et enfin les insectes sont déterminées par la présence des élytres, des têtes, pronotum, des ailes et des pattes. (Tab. n° 7, Tab. n° 8).

Tableau 7.- Composition d'un déchet de déjection d'une Outarde houbara

L'ordre	La famille	L'espèce	Le nombre	L'abondance
Orthoptère	***Orthoptera Ind.***		**5**	**18.52%**
Coléoptère	***Coléoptera. Ind.***		**2**	**7.41%**
Hyménoptère	***Fourmicidae Ind.***	***Formicidae sp1.ind*** ***Formicidae sp2.ind*** ***Formicidae sp3.ind***	**15** 4 1	**74.07%**
Totale			27	**100%**

À partir des analyses des fientes d'une Outarde houbara « *Chlamydotis undulata undulata* » récoltés dans la zone d'étude Rass el Miâad, on a pu trouver des fragments végétaux et un seul bourgeon végétal, des ossements d'un micromammifère et des petits cailloux. Le précédent tableau indique, à partir de l'abondance des spécimens trouvés, que les Hyménoptères sont très abondants avec un taux de 74.07 %, suivis des Orthoptères avec un taux de 18.52% et enfin les Coléoptères avec une contribution de 7.41 %).

Tableau 8.- Résultats d'analyse des contenus stomacaux d'une Outarde houbara

Ordre	Famille	Espèce	Nombre	Abondance
Coléoptère	*Coleoptera Ind.*	*Coleoptera.sp1.ind* *Coleoptera.sp2.ind* *Coleoptera.sp3.ind*	2 4 3	64.29%
Hyménoptère	*Formicidae Ind.*	*Formicidae.sp.ind*	5	35.71%
Totale			14	100%

Concernant les résultats enregistrés dans le tableau ci-dessus, on observe la dominance des Coléoptères dans le contenu du gésier d'Outarde houbara, avec une abondance de 64.29% suivi par les Hyménoptères (35.71 %), à ne pas omettre la présence des fragments osseux d'un micromammifère non déterminé en raison de la fragmentation avancée qu'il a subie. A partir des résultats présentés dans les tableaux n° 7 et n°8, nous remarquons que le régime alimentaire de l'Outarde houbara est très diversifié et comporte plusieurs aliments d'origine végétale (tiges, bourgeons,…) et d'origine animale tels que les insectes (Coléoptères, Orthoptères, Hyménoptères, Fourmis, ossements de micromammifères) et d'autres éléments tels que les petits cailloux.

On remarque aussi que dans le contenu alimentaire de l'Outarde houbara, les insectes sont les plus présents, ceci montre l'utilité agro écologique de l'Outarde houbara comme moyen de lutte contre la prolifération des insectes nuisibles.

Afin de connaître l'abondance des insectes trouvés dans le régime alimentaire de l'Outarde houbara « *Chlamydotis undulata undulata*», on utilise l'indice d'abondance comme il est présenté dans l'équation suivante :

Indice d'abondance = Nx / Nt × 100
Nx : nombre de chaque spécimen trouvé.
Nt : nombre totale des spécimens trouvés.

Avec un nombre total des spécimens trouvés de 41 spécimens, nous avons eu les résultats suivants :

Coléoptère : 26.83%, Orthoptère : 12.19%, Hyménoptère : (fourmis) : 60.97% et d'autres, tel que les plantes et les micromammifères.

Donc à partir de ces résultats nous conclurons que l'Outarde houbara « *Chlamydotis undulata undulata* » est un oiseau omnivore d'une importance agro-écologique, possédant un régime alimentaire très diversifié, composé essentiellement d'insectes, notamment ceux qui sont

nuisibles à l'agriculture tel que le criquet, ce qui lui permet d'assurer un équilibre biologique dans son milieu naturel. Plusieurs expériences dans le monde ont montré l'utilité de l'Outarde houbara comme moyen biologique de lutte contre les essaims du criquet : ce fut le cas en Arabie Saoudite d'après (GREATHEAD et al., 1994).

VI – Résultats sur la faisabilité de l'élevage

On peut considérer que les Outardes contrôlées ont subi successivement 2 phases marquées par des conditions particulières d'environnement abiotique et social.

1- une phase de croissance de l'éclosion à l'âge de 4 - 5 semaines

2- une phase de maintenance jusqu'à l'âge de 3 mois

Les Outardeaux placés sous une éleveuse préalablement chauffée la veille à température de 38°C. A partir de la deuxième semaine, la température sous éleveuse est diminuée à raison de 2° par semaine (Fig.). Cette technique permet aux poussins d'assurer progressivement leur propre thermorégulation. Chaque jour, les outardeaux reçoivent de l'eau fraîche combinée à l'aliment industriel ad libitum riche en protéines et en vitamines, en plus d'un supplément d'aliment frais composé de viande hachée, luzerne, œufs hachés et fruits.

Figure 11.- Nourrissage des Outardeaux (photo Belhamra)

Figure.12 - Bagues alaires en aluminium (photo BELHAMRA)

Figure. 13 - Soins et mesures biométriques des Outardeaux (photo BELHAMRA)

CONCLUSION

Le statut actuel tel que décrit dans la littérature se conçoit essentiellement sur les acquis réalisés en Arabie Saoudite et au niveau des centres spécialisés situés à Missour, Agadir (Maroc). Médine (Tunisie) et Swiham (Emirats arabes unis) ou la sous espèce Maquenne *Chlamydotis undulata macquinii* a fait l'objet de plusieurs recherches**.** C'est pourquoi, cette sous espèce bénéficie d'un plan d'action international. En effet, nous partons des connaissances acquises par le National Wild life Research Center (NWRC) à Taïf, qui, à partir d'œufs prélevés au Balouchistan et en Algérie, ont pu réaliser des réintroductions avec succès (GAUCHER. 1995 **;** YVES HINGRA et MICHEL SAINT JALME, 2005). En 1995, un autre centre d'élevage en captivité, l'ECWP (Emirates Center For Wildlife Propagation) situé au Maroc a accompli un travail très important sur la reproduction de ces espèces. Sachant qu'au départ, le stock reproducteur provient de pontes d'oiseaux sauvages prélevés dans la nature par le NWRC en Algérie en 1986 et 1987, de leurs descendants nés à Taïf et rapatriés au Maroc, et d'œufs prélevés au Maroc. Cette expérience unique a démontré qu'à partir d'une centaine de jeunes nés en captivité par an, le renforcement des populations sauvages a été possible (OLIVIER et *al*, 1997). Entre 1993 et 1994, les premières réintroductions avec succès En Arabie Saoudite, à partir de l'outarde issue de l'élevage (descendant des œufs collectés au Balouchistan) et en 1995, les premiers cas de reproduction ***in natura*** ont été observés grâce à un intensif suivi télémétrique (OLIVIER et *al*, 1997). Cependant, il faut reconnaître que la démarche et les protocoles qui doivent être mis en œuvres restent lourds et exigeants en main d'œuvre qualifiée car le retour à la nature a nécessité l'application des soins particuliers comme l'apprentissage du comportement anti-prédateurs. A partir des résultats obtenus dans cette modeste étude nous avons démontré qu'il est possible d'agir sur les deux volets de conservation (*in situ et ex situ*) et de promouvoir des écoemplois stables en valorisant les ressources naturelles des régions arides.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AZAFZAF, H., SANDE, E., EVANS, S.W., SMART, M. & COLLAR, N.J. 2005. International Species Action Plan for the Houbara Bustard *Chlamydotis undulata undulata.* BirdLife International, Nairobi, Kenya and Royal Society for the Protection of Birds, Sandy, Bedfordshire, UK. 36 p

BELHAMARA M., ABBAS M. 2003 . Résultats d'une enquête nationale sur l'état et la répartition des populations d'Outarde Houbara (Chlamydotis undulate undulate) en Algérie. Revue la forêt Algérienne

BELHAMRA, M. 2005. National report on hunting: Democratic and Popular Country of Algeria. Unpublished report to the EU. Birdlife International, Nairobi, Kenya and Royal Society for the Protection of Birds, Sandy, Bedfordshire, UK.357p

CRAMP S. & SIMMONS S. 1980. *Handbook of the birds of Europe, the middle East and North Africa*. **Vol 2**: the Birds of Western Palaearctic. Oxford University Press, Oxford.

DEVILLIET C. & MAHE J. 1980. *Mécanisme de l'évolution animale*. Ed. Masson, Paris, 144p.

DUPUY, A. 1966. Liste des oiseaux rencontrés en hiver au cours d'une mission dans le Sahara Algérien.*Oiseaux et RFO* 36 : 131-144, 256-260.

ETCHECOPAR RD & HUE F (1964) - *Les oiseaux du nord de l'Afrique*. Boué et Cie, Paris

GAUCHER P. 1995- Breeding biology of the Houbara busstard *Clamydotis undulata undulata* in Algeria. *Alada* , 63. **4**: 291-298 pp.

GORIUP, P.D. 1997. The world status of the Houbara Bustard *Chlamydotis undulata*. *Bird Conservation*

GRETH, A. 1993. *Rapport du Consultant en Aménagement de la Faune.* Projet FAO UTF/ALG/004/ALG

HEIM DE BALSAC, H. & MAYAUD, N. 1962. *Les oiseaux du Nord-Ouest de l'Afrique*. Encyclopédie ornithologique X, Lechevalier, Paris. 487 pages.

International 7: 373-397pp

JOSEPH LE CUZIAT., ERIC VIDAL, PHILIP ROCHE & FREDERIC LACROIX 2005. Human activities affect the potential distribution of the Houbara Bustard *Chlamydotis undulata. Ardeola* 52(1), 2005, 21-30

LEDANT JP. , JACOUB P., ECHANDO B., et ROCHE J. ,1981. – mise à jour de l'avifaune Algérienne. Le Gerfaut. *Rev. Belg. d'Ornithologie*, pp: 295-398. Numéro 5 – Décembre 2003

OLIVIER COMBREAU AND TOMMY R. SMITH 1997. Summer habitat selection by houbara bustards introduced in central Saudi Arabia journal of arid environments

YVES HINGRA ET MICHEL SAINT JALME. 2005. Mating system of the houbara bustard *chlamydotis undulata undulate* in eastern morocco. *Ardeola* 52(1), 2005, 91-102

http://www.iucn.org/themes/ssc/publications/policies_guidelines.htm

BirdLife International 2004. *Chlamydotis undulata.. 2007 IUCN Red List of Threatened Species* In: IUCN 2007. www.iucnredlist.org.

SECHERESSE ET AGRICULTURE : EFFETS DE LA SECHERESSE SUR LA PRODUCTION DU BLE D'HIVER.

B. ABDERRAHMANI [(1)], M. HADJEL [(2)] A. DOBBI [(3)], N. HASSINI [(4)],
[1] *Département de Climatologie et traitement des données, IHFR Oran;*
Email : belaid1822@yahoo.fr
[2] ***Département de chimie, Faculté des Sciences, USTO Med Boudiaf Oran ;***
Email : hadjel100@yahoo.fr
[3]*Département de mécanique, Université de Ouargla ;*
Email : dobbi100@yahoo.fr
[4] *Département de biologie, Faculté des Sciences, Université d'Es-Sénia, BP 1524 Oran ;*
Email : noureddine.hassini@gmail.com

RESUME

Même s'il se prête bien à l'aridoculture, le blé d'hiver, à l'instar des cultures pluviales, subit les effets aléatoires de la sécheresse. Ceux-ci, selon leur occurrence durant le cycle, peuvent être déterminants dans la production finale. On se propose, dans cet article, d'estimer les réductions de rendements du blé induites par la sécheresse.
Il s'agit, à partir des interactions sol plante climat, d'analyser l'impact d'un déficit hydrique sur le rendement final et par suite d'apprécier le risque encouru par notre agriculture dans un proche avenir, si le changement climatique en cours s'accompagne d'une installation durable de la sécheresse. Des taux de réduction de rendements du blé, calculés et extrapolés à l'échelle de la saison, traduisent les effets de la contrainte hydrique subie par chacune de ses principales phases phénologiques. Les résultats de la simulation effectuée sur dix années agricoles et pour trois dates de semis utiles permettront, dans l'immédiat d'amortir les effets de la sécheresse, grâce à des itinéraires techniques plus ou moins adaptés aux mutations climatiques et environnementales. Ceci constitue une solution dite de premier niveau, en attendant les résultats de recherche prometteurs sur la génomique des plantes et leurs applications dans le maintien des niveaux actuels de rendements ou de leur amélioration éventuelle.

Mots clés : aridoculture, sécheresse, déficit hydrique, rendements, changement climatique.

ABSTRACT

Even if it lends well to the arid-crops, the winter wheat as the other rainy crops, undergoes the unpredictable effects of the drought.
These, according to their occurrence during the cycle, can be determining in the final production.
We suggest, in this article, to estimate the reductions of returns on wheat induced by the drought effect.
It is consists, by considering the interactions ground plants climate, to analyze the impact of a hydrous stress on the final return and to appreciate the risk incurred by our agriculture in the near future, if the current climate change comes along with a long-lasting installation of the drought. Rates of reduction of wheat returns, calculated and extrapolated on to seasonal scale, indicate the effects of the hydrous constraint undergone by each of the main phonological phases.
The results of the simulation made over ten agricultural years and for three dates of useful sowing will allow, for the moment to weaken the effects of the drought, by technical routes more or less adapted to the climatic and environmental transfers.
This constitutes a first level solution, waiting for the promising research results on the genomics of plants and their applications in the preservation of the current levels of returns or their possible improvement.

Keywords: arid-crops, drought, hydrous stress, returns, climate change

I.INTRODUCTION

Le blé d'hiver, à l'instar des cultures pluviales, subit les effets aléatoires de la sécheresse. Ceux-ci, selon leur occurrence durant le cycle, peuvent être déterminants dans la production finale. On se propose, dans cet article, d'estimer les réductions de rendements du blé induites par la sécheresse. Il s'agit, à partir des interactions sol plante climat, d'analyser l'impact d'un déficit hydrique de chacune des principales phases phénologiques sur le rendement du blé. Pour amortir les effets de la sécheresse et optimiser les résultats, nous avons ajusté au mieux le cycle végétatif du blé en choisissant trois dates de semis utiles.

La simulation a été effectuée sur dix années agricoles consécutives (1989-1998) et concerne trois stations, à savoir Oran, Sidi Bel-Abbès et Tiaret, caractérisant le climat semi-aride de l'Ouest algérien.

II. DONNEES ET METHODE :

Les paramètres météorologiques utilisés sont :

- température : il s'agit de températures minimale et maximale ou température moyenne données en degrés Celsius,
- humidité de l'air : il s'agit de l'humidité relative exprimée en pourcentage ou de pression de vapeur en kpa,
- insolation journalière : il s'agit du pourcentage du rapport insolation/longueur du jour ou en heures d'insolation,
- vitesse du vent : il s'agit des moyennes de la course journalière du vent mesurées en 24 heures en km/j ou m/s.

Dans cette étude, nous avons utilisé une des options du logiciel « CROPWAT » qui intègre la distribution des pluies sur la saison agricole ainsi que le déficit d'alimentation en eau par rapport aux besoins potentiels. Les procédés de calcul des besoins en eau des cultures sont principalement basés sur des méthodes présentées dans les bulletins d'irrigation et de drainage de la F.A.O. n°24 « les besoins en eau des cultures » et n°33 « réponse des rendements à l'eau ».

III. RESULTATS :

En général, la quantité de pluie recueillie durant l'année agricole couvre les besoins de consommation en eau à hauteur de 55%. Le déficit hydrique qui en résulte peut aussi concerner une ou plusieurs phases dont la sensibilité sera déterminante dans la production finale.Pour le blé d'hiver, les premières phases du cycle végétatif échappent quelque peu à cet aléa climatique par le choix de la date de semis et du fait qu'elles coïncident avec la saison pluvieuse. Il n'est pas de même pour les autres phases qui subissent tour à tour les effets d'une sécheresse ponctuelle plus ou moins sévère .En particulier, un manque d'eau en phase C se traduira par une diminution de rendements allant de 4 à 31% dans les cas favorables.

III.1 Station d'Oran :

Pour les trois dates de semis retenues (05, 15 et 25/12), les phases A et B qui intègrent la période allant du semis à la floraison, n'ont pas d'impact négatif visible sur le rendement (Tableau 1 et Figure 1).

Tableau 1 : Pourcentage de réduction de rendement par phase

		Semis:05/12			
Phases	A	B	C	D	Saison
Années					
1989	0	0	15	36,3	21,5
1990	0	0	5,4	30,3	13,8
1991	0	0	15,1	33,8	20,7
1992	0	0	14,6	22	16,2
1993	0	0	27	36,4	28
1994	0	0	32,5	39	33,3
1995	0	0	19,8	34,3	22,8
1996	0	0	16,5	36,6	22,3
1997	0	0	27,1	37,7	30,4
1998	0	0	26,4	35	28,1
		Semis:15/12			
1989	0	0	21,9	38,3	26,2
1990	0	0	9,8	34,3	17,6
1991	0	0	21,3	37,1	25,5
1992	0	0	16,3	28,7	19
1993	0	0	30,7	37,9	31,1
1994	0	0,1	36,1	39,5	35,4
1995	0	0	25,7	36	26,8
1996	0	0	22,5	38,3	26,3
1997	0	0	31,5	38,9	33
1998	0	0	31,6	37,7	31,6
		Semis:25/12			
1989	0	0	28,5	39,2	30,1
1990	0	0	16,2	37	22
1991	0	0	27	38,6	29,6
1992	0	0	19,1	33,5	21,7
1993	0	0	33,9	38,7	32,6
1994	0	0,8	39,7	39,7	37,3
1995	0	0	31,1	37,6	30,3
1996	0	0	28,2	38,9	29,7
1997	0	0	35,9	39,3	35,2
1998	0	3,4	36,1	38,9	34,7

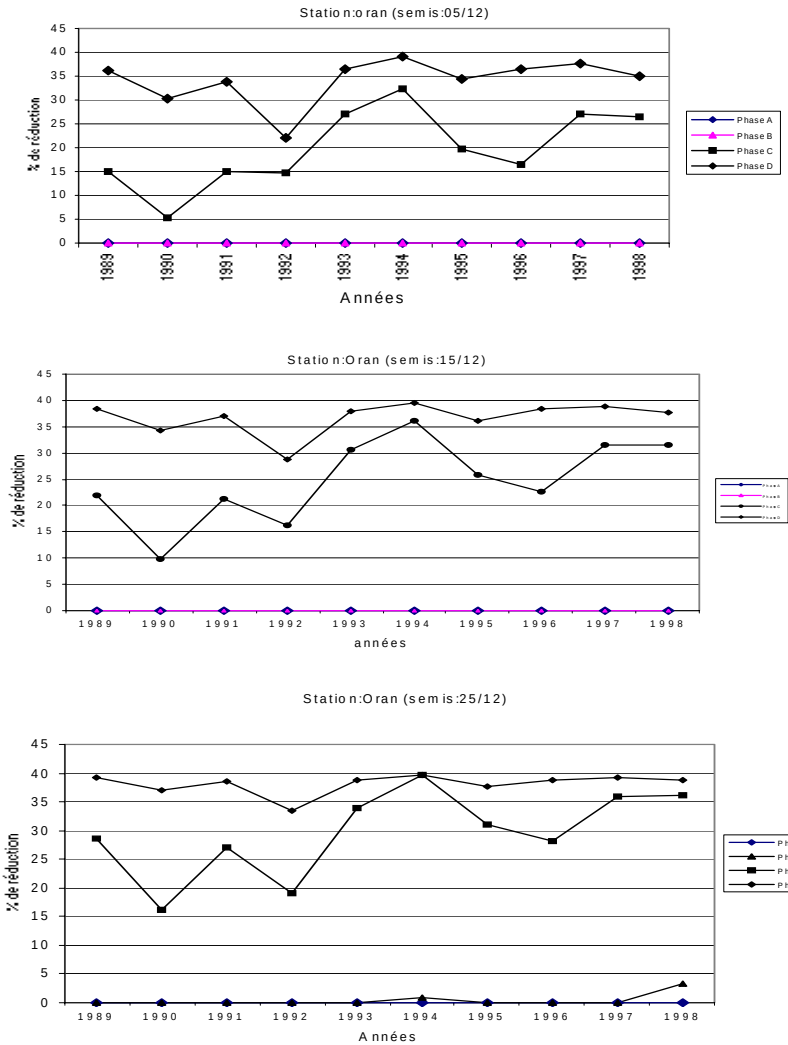


Figure 1 : Baisse de rendement due au stress hydrique d'une phase phénologique.

Néanmoins, avec la dernière date de semis (25/12), on constate que la phase B accuse une réduction de rendement de 3% en 1998 cumulant un total pluviométrique faible de 186 mm. On constate également, au niveau de la phase C pour l'année 1990 un minimum de réduction de rendement et ce quel que soit la date de semis ; ceci est dû à une pluviométrie suffisante. D'autre part, le maximum de réduction de rendement au niveau de la même phase atteint en moyenne 34% pour l'année 1994, dû à la mauvaise répartition de la pluie dans le temps. Un déficit hydrique survenant en fin de cycle (phase D) n'induit pas une forte variabilité dans les rendements.
Cependant, un semis tardif expose la plante à un déficit hydrique élevé en phase de mûrissement en réduisant le rendement de l'ordre de 40%.
En résumé, afin de limiter les risques de baisse de rendement liée au stress hydrique, il est recommandé d'effectuer des semis précoces ; ou à défaut procéder à une irrigation d'appoint en périodes de fécondation et de fructification (Tableau 2).

Tableau 2 : Quantité d'eau recueillie pendant le cycle végétatif et réduction de rendement par année et par date de semis.

Dates de semis	05/12		15/12		25/12		
Années	Pluie Totale (mm)	Réduct. /Saison (%)	Pluie Totale (mm)	Réduct. / Saison (%)	Pluie Totale (mm)	Réduct. / Saison (mm)	Pluies annuelles (mm)
1989	234.8	21.5	221.9	26.2	207.5	31.1	272.4
1990	329.3	13.8	321.7	17.6	312.1	22.0	457.3
1991	284.0	20.7	279.7	25.5	274.2	29.6	351.0
1992	272.8	16.2	267.8	19.0	262.3	21.7	340.3
1993	168.5	28.8	164.8	31.1	164.9	32.6	306.5
1994	141.2	33.3	138.0	35.4	133.8	37.3	227.9
1995	340.0	22.8	293.5	26.8	247.3	30.3	402.0
1996	322.5	22.3	312.4	26.3	298.0	29.7	368.6
1997	164.4	30.4	157.5	33.0	148.4	35.2	279.4
1998	162.7	28.1	148.8	31.6	133.5	34.7	186.1

III.2 <u>Station de Sidi Bel Abbès</u>:

Les pluies qui surviennent habituellement en hiver profitent aux premières phases du développement et assurent un bon démarrage de la culture. C'est ainsi que les phases A et B, ne souffrant pas de stress hydrique, n'ont pas d'incidence significative sur le niveau de la production ; à l'exception de l'année 1997 où la culture n'a bénéficié que d'une faible quantité d'eau (141 mm sur un total pluviométrique de 323 mm) et inégalement répartie dans le temps de sorte que seuls 12 mm de pluie sont réellement utilisés par la plante durant la phase B ; d'où la contribution relative de cette phase à une baisse de rendement (Tableau 3).
A l'issue de la phase B, les apports d'eau de pluie (43 mm) en phase C ont été insuffisants pour réalimenter le sol à concurrence de la réserve facilement utilisable (RFU) soit 84 mm ; voire inférieurs à la réserve de survie (RS) de l'ordre de 56 mm. Ce déficit a réduit le rendement de l'ordre de 37%.
Par ailleurs, toujours en phase C, on constate un minimum de réduction de rendement en 1990 et 1996 dû à de bonnes pluviométries annuelles, soient 408 mm et 477 mm respectivement qui ont limité le risque d'occurrence d'épisodes secs.

Tableau 3 : Pourcentage de réduction de rendement par phase

		Semis:05/12			
Phases	A	B	C	D	Saison
Années					
1989	0	0	13,6	32,1	19,2
1990	0	0	6,4	27,6	13,1
1991	0	0	12,4	31,3	19,4
1992	0	0	12,3	22,4	15,1
1993	0	0	10	31,5	16,6
1994	0	0	23,1	38,2	28
1995	0	0	18,2	37,5	23,3
1996	0	0	6,3	16,7	9,5
1997	0	2,2	33,5	37,2	34
1998	0	0	27,8	36,6	30,5
		Semis:15/12			
1989	0	0	18,7	34,5	23,2
1990	0	0	9,9	32,1	16,7
1991	0	0	19,4	34,6	24,8
1992	0	0	14,5	28,5	18,3
1993	0	0	14,1	35,4	20,2
1994	0	0,1	28,3	38,4	31,3
1995	0	0	24,6	38,8	27,8
1996	0	0	10,2	20,2	13
1997	0	4,6	36,7	38,4	36,7
1998	0	0,3	32,7	38,6	33,9
		Semis:25/12			
1989	0	0	23,5	36,8	27
1990	0	0	13,9	34,8	19,8
1991	0	0	25,7	37	29,3
1992	0	0	17,5	33,4	21,6
1993	0	0	18,5	37,5	23,4
1994	0	0,8	32,8	37,6	33,7
1995	0	0	30,2	39,4	31,6
1996	0	0	13,4	24,2	16,2
1997	0	6,4	39,9	39,1	38,9
1998	0	2,3	37,2	39,5	36,9

Notons, d'après C. BALDY que tout déficit hydrique survenant en fin de cycle (phase D) n'est pas limitatif de la production si les réserves hydriques du sol ne sont pas épuisées. Néanmoins, des valeurs élevées de la réduction du rendement dues à un manque d'eau en phase D peuvent s'observer pour des cultures irriguées plus vulnérables au stress hydrique que les cultures pluviales dont l'expansion racinaire constitue une forme d'adaptation aux variations locales d'humidité du sol.
ependant, cette résistance relative d'une culture pluviale à la sécheresse n'est efficace que dans la mesure où une large proportion des précipitations survient durant son cycle végétatif. Le tableau 4 ci après mentionne les apports de pluie durant le cycle végétatif pour chaque année agricole en fonction des trois dates de semis retenues et indique qu'un semis précoce est vivement recommandé ; mais, une irrigation d'appoint demeure nécessaire en phase B dès que l'année agricole s'annonce déficitaire.

Tableau 4 : Quantité d'eau recueillie pendant le cycle végétatif et réduction de rendement par année et par date de semis

DATES DE SEMIS	**05/12**		**15/12**		**25/12**		**RR Annuelle (mm)**
Années	**Pluie Totale (mm)**	**Réduc./ Saison (%)**	**Pluie Totale (mm)**	**Réduc./ Saison (%)**	**Pluie Totale (mm)**	**Réduc./ Saison (%)**	**RR Annuelles (mm)**
1989	205.0	19.2	196.0	23.2	187.7	27	285.8
1990	299.5	13.1	285.9	16.7	268.4	19.8	408.3
1991	235.0	19.4	231.2	24.8	226.3	29.3	306.1
1992	245.9	15.1	240.9	18.3	235.4	21.6	281.6
1993	237.7	16.6	232.9	20.2	230.8	23.4	335.6
1994	175.4	28.0	175.4	31.3	173.8	33.7	301.9
1995	224.2	23.3	208.7	27.8	193.2	31.6	285.4
1996	411.0	9.5	415.4	13.0	412.9	16.2	477.3
1997	132.3	34.0	123.7	36.7	116.2	38.9	322.7
1998	155.2	30.7	144.3	33.9	133.2	36.9	186.5

III.2 Station de Tiaret :

Indépendamment de la date de semis, une réduction maximale de rendement due au stress hydrique des phases C et D, s'observe en 1994 (Figure 2). Ces deux phases ont bénéficié respectivement de 26 et de 9 mm. En effet, la proportion des pluies (115 mm) tombées pendant la campagne agricole, a été de loin insuffisante pour couvrir les besoins estimés à 459 mm.
L'année 1996 quant à elle, a connu une pluviométrie relativement élevée (458 mm) et uniformément répartie tout au long de la saison agricole, surtout si celle- ci débute plus tôt. Un semis tardif pourrait provoquer un

déficit hydrique en fin de cycle et par suite réduire le rendement de l'ordre de 10 à 20%.
Une bonne pluviométrie ne suffit pas toujours à elle seule de réduire le risque lié à l'occurrence de séquences sèches plus ou moins longues pouvant survenir durant l'année agricole. C'est le cas de l'année 1997 particulièrement humide (543 mm) ; mais dont une bonne partie de l'eau de pluie est tombée en dehors de la saison végétative et le reste inégalement réparti au cours de celle-ci. C'est ainsi que la sécheresse survenant en fin de cycle a réduit le rendement de l'ordre de 13 à 25% (semis tardif).

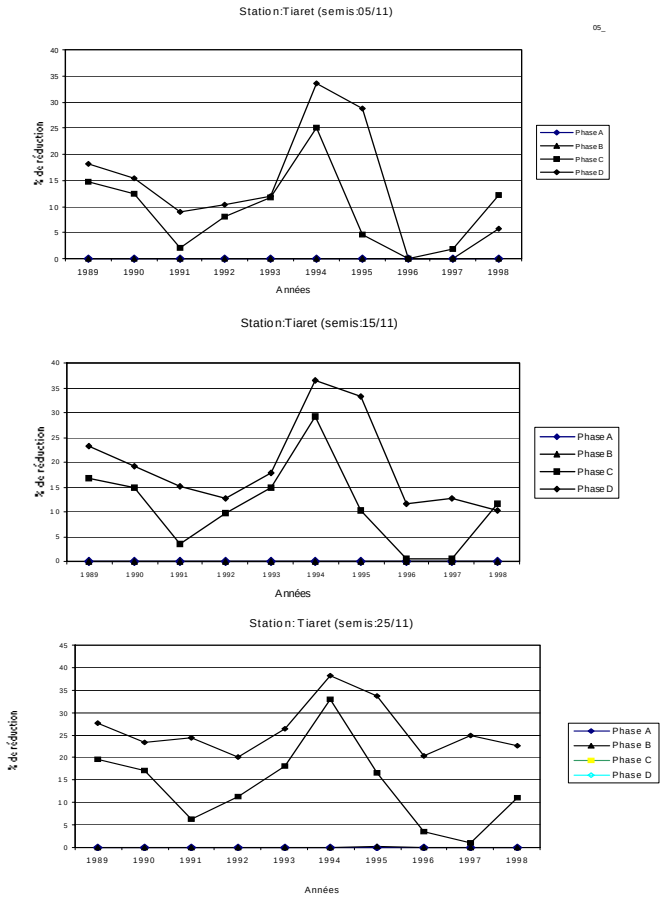


Figure 2 : Baisse de rendement due au stress hydrique d'une phase phénologique

IV. CONCLUSION :

Il ressort, à partir de l'analyse des résultats obtenus, qu'en climat semi-aride méditerranéen, notamment dans le Nord-Ouest algérien, les totaux saisonniers des précipitations sont insuffisants pour couvrir les besoins en eau des cultures pluviales ; en particulier des céréales d'hiver. D'autre part, la répartition des précipitations dans le temps favorise, au cours du cycle de développement, l'occurrence de périodes de stress hydrique plus ou moins longues pouvant affecter le rendement final. Toutefois, une date de semis convenablement choisie assure, dans une certaine mesure, un « itinéraire » biologique favorable, qui soustrait la plante à un tel aléa climatique et amortit les effets réducteurs de la sécheresse

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABDERRAHMANI B., ABBOU M., DOBBI A. et HASSINI N., 2006 « Evénements climatiques : caractérisation de la Sécheresse dans la Région d'Oran »Actes du XIX eme Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Epernay (France), 37-42

HASSINI N., DOBBI A., BOUCHAMA M. et ABDERRAHMANI B., 2008**«** Tendance et régionalisation des précipitations en Algérie : entre sécheresse et pluies diluviennes» Actes du XXI eme Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Montpellier (France), 321-326

BAMOUTH , A. et BOUAZIZ, A., 1986. Effet d'une sécheresse en début de cycle sur l'élaboration du rendement en grain du blé tendre. NESMA 149. Actes de l'I.A.V, Hassan II , 6(2), Rabat, Maroc.

BRUNS, M.A. et CROY, L.L., 1983. Key developmental stages of winter wheat- *Triticum aestivum* 1.Economic botany, 37(4), pp.410-417.

CHAROY, G., FOREST, F. et LEGOUPIL, J.C., 1978. Evapotranspiration – Besoins en eau des cultures. Relations eau-sol. Estimation fréquentielle des conditions d'alimentation hydrique en culture pluviale et irriguée. Bilan hydrique. IRAT hydraulique-agricole.

CORRE, M.N., 1982. Contribution à l'étude de l'influence des facteurs climatiques sur le développement du blé d'hiver (*Triticum aestivum*, L.) en conditions naturelles. Mémoire de fin d'études ; DEA des sciences agronomiques à E.N.S.A. Montpellier, France.

DOORENBOS, J. et KASSAM, A.H., 1980. Reponses des rendements à l'eau. Bull. FAO. Irrig. Drain., n° 33, Rome.

FISHER, R.A., 1973. Effet of water stress at various stages of developpement on yield processus in wheat. In : plant responses to climatic factors. Ed Stalyer and al., pp.233-241. UNESCO, Paris.

HANG, N. and MILLER, D.E., 1989. Wheat development as affected by deficit hydrique. High frequency sprinkler irrigation. Scientific paper n°6256, projet 0481, Washington State University

MICRO-PROPAGATION DU PISTACHIER DE L'ATLAS *(Pistacia atlantica Desf)* PAR L'EMBRYOGENESE SOMATIQUE ET ETUDE DU CARYOTYPE.

F.Z. CHAOUCH, F.Z. OUKARA .
Laboratoire d'amélioration des plantes, Département d'Agronomie, Faculté des Sciences Agro-vétérinaires et Biologiques. Université SAAD DAHLAB – BLIDA.

INTRODUCTION

Le pistachier de l'Atlas *(Pistacia atlantica Desf)* est l'une des espèces autochtones très répandues dans le sud algérien (régions arides et semi-arides). Il peut être cultivé et peut supporter les vents forts et les longues périodes de sécheresse. Les principaux facteurs qui contribuent à sa dégradation sont l'exploitation forestière et l'action des animaux.
La multiplication sexuée et végétative de cette espèce pose beaucoup de difficultés. La raison pour laquelle nous nous sommes intéressés dans cette étude à une nouvelle technique de multiplication à savoir : l'embryogenèse somatique. La présente étude comporte deux parties :
Dans la première nous nous sommes intéressés à la multiplication du Pistachier de l'Atlas, par la germination des graines in-vitro, après la levée de dormance par une stratification des semences au froid (2-4°C) pendant 30 jours.
Pour la callogenese, les vitro-semis ont été fragmentés en feuilles, entre-nœuds, racines et cotylédons. Ces fragments sont cultivés en milieu de culture contenant des combinaisons hormonales différentes. La réaction des explants est différente ; les entre-nœuds réagissent mieux à la callogenese que les feuilles. Les racines et les cotylédons ont été éliminés de l'expérimentation.
Au cours de la deuxième partie nous nous sommes intéressés à l'étude des chromosomes du Pistachier de l'Atlas. Les résultats montrent que les chromosomes du pistachier sont très petits et les divisions mitotiques sont rares. L'espèce est diploïde (2n=28). Cependant l'information sur la caryo-morphologie reste inachevée.

I-MATERIEL ET METHODES

1-1-Matériel végétal :

Les graines utilisées proviennent de pied-mères différents, elles ont été récoltées dans un peuplement naturel de la région de MESSAD (Wilaya de DJELFA)

Afin de lever la dormance, nous avons suivi la méthode de ROUSKAS (1996) in ALETA et al, qui consiste à faire subir aux graines un traitement au froid à une température de 4°C, pendant 40 jours.

Avant l'utilisation, les graines sont trempées dans de l'eau distillée, changée régulièrement, afin de ramollir l'épicarpe.

Le mésocarpe dur est considéré comme inhibiteur de croissance, il a été éliminé par scarification mécanique.

1-1-1-Désinfection des graines :

Les graines sont trempées pendant 10 secondes dans de l'alcool (éthanol 96°), suivi d'un trempage de 15 min dans l'hypochlorite de calcium à 6%, trois rinçages à l'eau distillée stérilisée s'en suivent.

1-2-Milieu de culture :

Deux milieux de culture de base ont été utilisés, il s'agit du milieu de MURASHIGE et SKOOG (1962) entier, et du même milieu dilué au demi.

Ces 2 milieux ont été additionnés de Fer. EDTA, de vitamines de MOREL (1952), de glycine (20 mg/l), d'acide ascorbique en tant qu'anti-oxydant (0,1 g/l), de saccharose à raison de 20 g/l pour le milieu de germination et 30 g/l pour l'essais de l'embryogenèse somatique.

Concernant la germination des graines, les hormones de croissance utilisées sont l'acide gibbérellique 3 et l'AIB, (0,4 mg/l AG3 et 0,2 mg/l AIB).

Pour les essais de l'embryogenèse somatique nous avons entamé une callogenèse avec différents explants issus des vitro-semis (feuilles, entre-nœuds, racines et cotylédons), et plusieurs balances hormonales ont été testées (Tableau 1).

Tableau 1 : Les combinaisons hormonales

Première combinaison 2-4 D+BAP mg/l	
A0	0
A1	1 mg/l (2-4 D)+1 mg/l (BAP)
A2	2 mg/l (2-4 D)+2 mg/l (BAP)
A3	3 mg/l (2-4 D)+3 mg/l (BAP)
Deuxième combinaison ANA+BAP mg/l	
C1	1 mg/l (ANA)+1 mg/l (BAP)
C2	2 mg/l (ANA)+2 mg/l (BAP)
C3	3 mg/l (ANA)+3 mg/l (BAP)

Le PH est ajusté entre 5,7 à 5,8, avant l'addition de la gélose à raison de 8 g/l .
Les milieux de culture sont stérilisés par autoclavage, à 120°C pendant 20 min.
Pour l'induction des embryons somatiques, les cals ont été transférés sur le milieu de base sans hormones de croissance, de constitution solide ou liquide.

1-3-Condition de culture :

Les tubes contenant les grains sont placés dans la chambre de culture à une température de 25°C, avec une photopériode de 16h/8h

2- Etude des chromosomes du pistachier :

2-1-Germination des graines :

Les graines débarrassées de leur mésocarpe, sont mises à germer dans des boites de pétri, recouvertes de papier filtre imbibé d'eau à raison de 25 graines par boite et à température ambiante.
Après germination, les pointes racinaires longues de 2 à 3 mm subissent plusieurs traitements (Tableau 2) avant l'observation des chromosomes.

Tableau 2 : Traitements utilisés pour l'observation des chromosomes

Prélèvement des pointes racinaires	**à 6h du matin** à 13h à 18h
Pré-traitement	- alpha Bromonaphtalène saturée (100 gouttes/l) - colchicine à 0,5 % durée des pré-traitements : 1 heure, 2 heures, 3 heures et 4 heures à température ambiante

Fixation	- fixateur : CARNOY II (éthanol-chloroforme-acide acétique (6 :3 :1)) - fixateur : PINNAR (éthanol-chloroforme-acide propanoique (6 :3 :1)) - durée de fixation : 24 heures.
Hydrolyse	- solution d'Hcl (1N) à 60°C - durées d'hydrolyse testées : 10 min, 15 min et 20 min
Coloration (technique Feulgen)	- réactif de Schiff (se fixe sur les groupements aldéhydiques, libérés lors de l'hydrolyse, donne coloration rouge aux chromosomes

2-2-Montage et observation

La zone méristématique colorée est isolée, déposée sur une lame dans une goutte d'eau acétique ou de carmin acétique. Elle est ensuite écrasée entre lame et lamelle, pour dissocier les cellules. Afin d'assurer un bon état des chromosomes, un léger chauffage de la lame est conseillé, avant d'exercer une pression homogène sur la lamelle.
Les cellules en division sont repérées au microscope photonique (G x 10), alors que l'observation des chromosomes, se fait à un grossissement plus important ; entre 1000 et 1500 (oculaire x objectif).

RESULTATS ET DISCUSSION

1- Effet des régulateurs de croissance sur la callogenèse

Le taux de callogenèse obtenu est faible, la difficulté d'induction de la callogenèse des différents explants est liée à la nature du végétal, en effet le pistachier de l'Atlas est un ligneux, réputé par la libération importante des phénols dans le milieu de culture.

Les cellules au contact des phénols se nécrosent, et de là l'explant meurt.

Nous avons enregistré, un taux moyen de cals obtenu à partir de feuilles de 20,81%, et à partir des entre-nœuds de 23,81%.

La combinaison hormonale « 2-4 D + BAP », semble favoriser la callogenèse. En effet, les concentrations A1 (1 mg/l 2-4 D + 1mg/l BAP) et A2 (2 mg/l 2-4 + 2 mg/l

BAP) enregistrent 46,7% et 100% avec des entre-nœuds (fig 1)

La callogenèse à partir de feuilles est favorisée par la combinaison hormonale A1 (1 mg/l 2-4 D + 1 mg/l BAP), dont le taux atteint 53,33% (fig 2).

Il ressort de ces essais que l'aptitude à la callogenèse diffère, non seulement selon les milieux de culture utilisés, mais aussi selon le type d'explant utilisé. En effet BOXUS (1995) et MAIZA (1980), rapportent que les fragments prélevés à différents niveaux de la plante ne donnent pas les mêmes résultats. Ceci est dû à l'état physiologique interne des cellules de l'explant. Ceci est également confirmé par NOVAK et al (1980) et TISSERAT (1979).

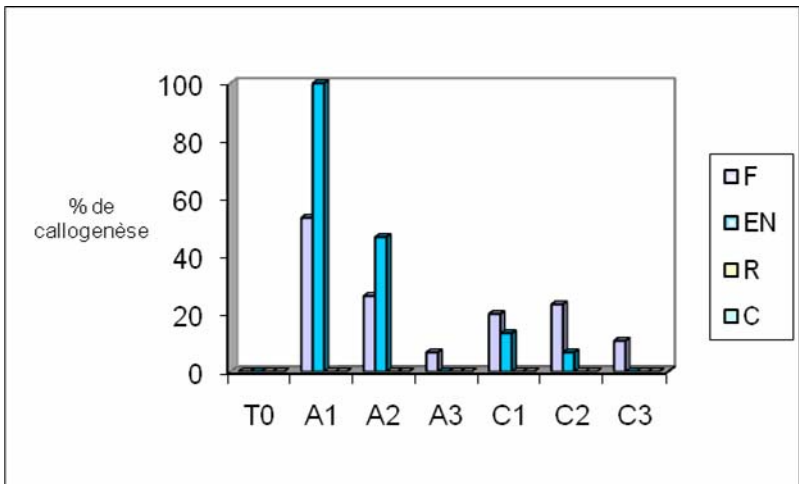


Figure 1 : Effet des différentes combinaisons et concentration en hormones de croissance et les différents types d'explants sur le pourcentage de la callogénèse.

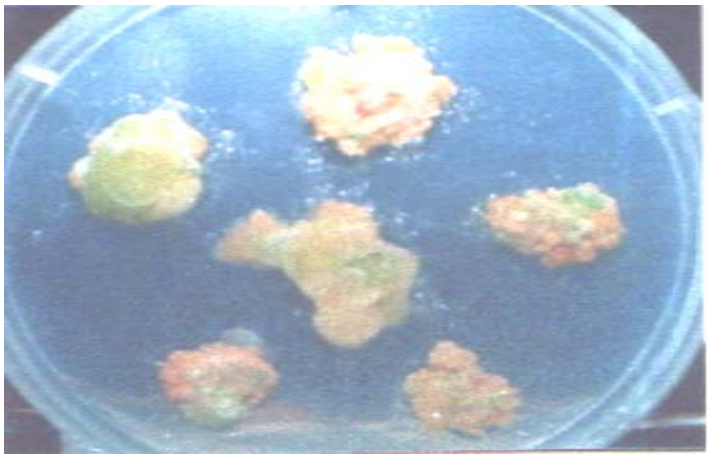


Figure 2: cals de couleur verte (cals chlorophylliens) issus de feuilles.

1-1- Multiplication des cals :

Pour augmenter la quantité de cals destinés à l'embryogenèse, nous avons procédé à la fragmentation des cals et à leur transfert sur le même milieu frais.

Les milieux A1 et A2, se révèlent favorables à la multiplication des cals issus de feuilles et entre-nœuds (Tableau 3).

Tableau 3 : effet des milieux sur la multiplication des cals.

	A1	A2	A3	C1	C2	C3
Cals Issus de feuilles	multiplication Intense ; cals de couleur beige, friables	multiplication intense ; cals de couleur beige, friables	multiplication puis dessèchement	multiplication puis nécrose	nécrose	nécrose

Cals issus d'entre-nœuds	multiplication intense ; cals beiges, friables et nodulaires	multiplication intense ; cals beiges, friables et nodulaires		nécrose	nécrose	nécrose

1-2- Essais d'induction d'embryons somatiques :

1-2-1- Sur le milieu solide :

Les cals issus du milieu A1 et A2, enrichi en 2-4 D ont été transférés sur le milieu de base additionné de 0,5 mg/l de 2-4 D.

Sur ce milieu les cals semblent réagir favorablement, ils sont de nature granuleuse et friable. Certains cals transférés sur le milieu contenant 0,5 mg/l de 2-4 D donnent naissance à des nodules très friables (fig 3)

Cette formation est tout à fait comparable aux embryons somatiques (au stade nodulation) décrits par BOXUS (1995) et LELU et al (1983) chez les conifères.

Le pourcentage de cals ayant donnés des nodules est de 29,41% pour les cals issus du milieu A1, et 36,36% pour les cals issus du milieu A2 (Tableau 4).

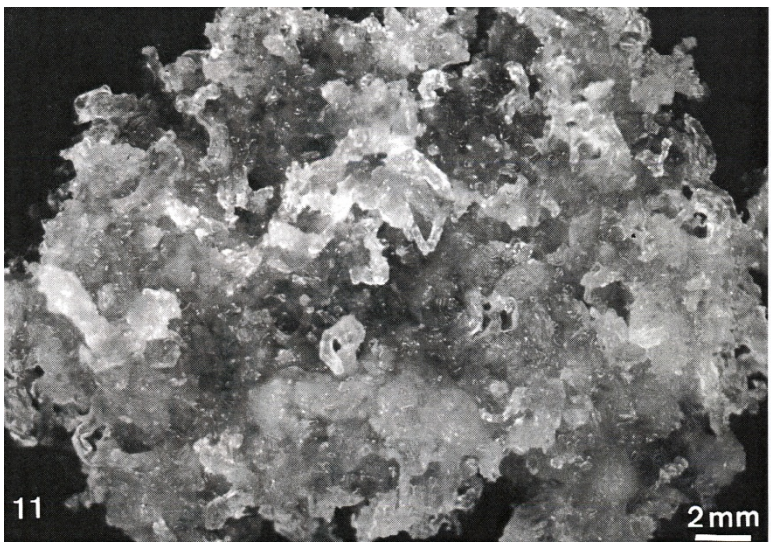


Figure 3: Aspect macroscopique d'un tissus embryogène **(**embryons somatiques au stade nodulaire)

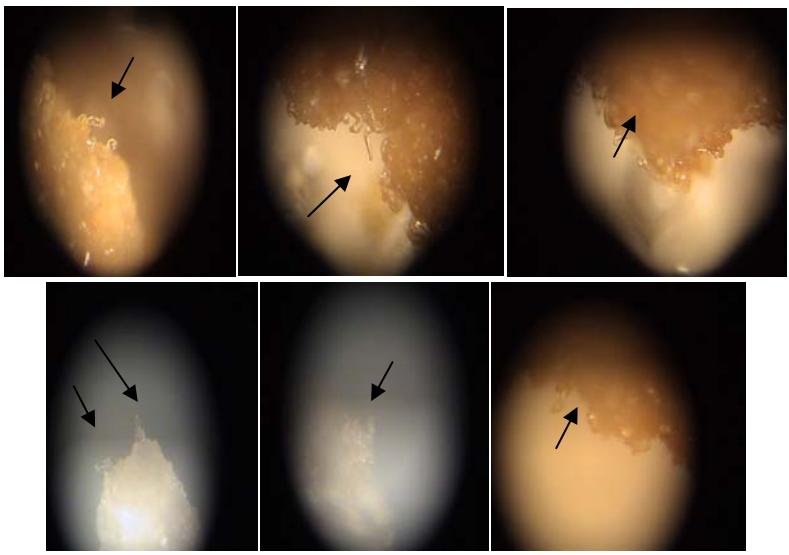


Figure 4 : Aspect macroscopique d'un tissus embryogène de *Pistacia atlantica Desf* (embryons somatiques : stade nodulaire)

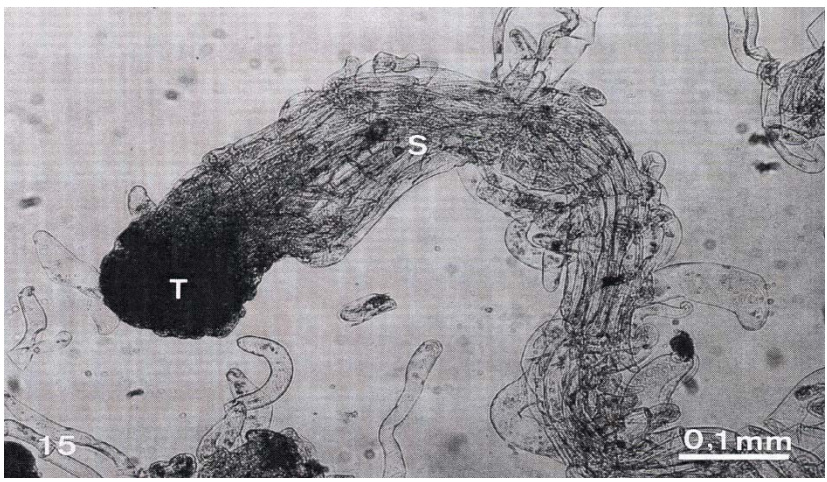


Figure 5: Développement des embryons somatiques chez les conifères (milieu de culture liquide), présentant une tête (T) et un suspenseur (S).

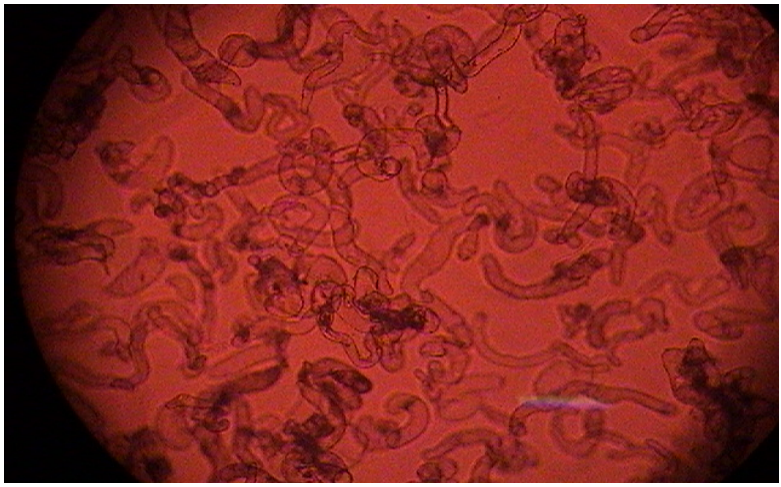


Figure 6: Aspect microscopique d'un tissu embryogène (présence de la classe I et II)

Tableau 4 : pourcentage de cal présentant des nodules.

	Nombre de cals transférés	Nombre de cals présentant des nodules	Nombre de cals ayant subi un brunissement	Pourcentage des cals ayant donnés des nodules
Cals issus du milieu A1	17	5	12	29,41%
Cals issus du milieu A2	11	4	7	36,36%

L'évolution morphologique de ces nodules en embryons somatiques passe par trois stades :

Stade de nodulation :

Les cals nodulaires issus des entre-nœuds et des feuilles, obtenus sur milieu d'induction de l'embryogenèse somatique, manifestent à leur surface de petits nodules trés friables de 3 à 4 mm de long (fig 4).

Nous n'avons pas pu atteindre le stade maturation et le stade germination des embryons somatiques.

1-2-2- Sur le milieu liquide :

Les cals obtenus sur les milieux A1 et A2, ont été transférés sur le milieu de base sans hormones de croissance.

Les observations microscopiques faites après 15 jours, à partir des suspensions cellulaires, montrent la présence de tissu embryogène en multiplication. Celui-ci est composé essentiellement d'embryons présentant une tête (T) et des cellules de suspenseur (S) (fig 5)

Selon BOXUS (1995), il existe 4 classes d'embryons définis selon leur morphologie : la classe I ; la classe II ; la classe III ; et la classe IV.

Concernant notre travail, nous n'avons obtenu que les embryons de la classe I et II (fig 6). Chez le pistachier de l'Atlas, l'induction des embryons somatiques est déclenchée sur un milieu de culture contenant du 2-4 D et de la BAP, dont les concentrations seront moindres par rapport aux concentrations utilisées lors de la callogenèse.

Aux concentrations de 1 mg/l et 2 mg/l, le 2-4 D favorise la callogenèse, à 0,5 mg/l, il induit l'embryogenèse.

L'induction des embryons somatiques a lieu sur milieu solide et liquide. Sur ce dernier on observe les embryons somatiques 15 jours, après le transfert des cals. Selon FKI et al (2001), les milieux liquides permettent une meilleure expression des potentialités embryogènes des tissus.

3-Effet des traitements utilisés pour le caryotype :

3-1-Prélèvement :

Les observations effectuées, montrent que la meilleure période, pour le prélèvement est celle de l'après-midi (14 heures). D'importantes mitoses

sont observées durant le prélèvement de l'après-midi, ce résultat a été signalé par BOUABDELLAH (1996) sur *l'Atriplex halimus*.

3-2-Pré-traitement :

Les durées de pré-traitement de 3 heures et de 4 heures favorisent l'apparition des mitoses. FASIHI et GHAFFARI (2001) rapportent que la durée des pré-traitements à la colchicine de 3 heures, est la plus favorable pour l'observation des mitoses sur *Pistacia vera*.

3-3-Fixation :

On n'a pas relevé de différence entre les deux fixateurs utilisés : CARNOY II et PINNAR, pour une durée de 24h à 5°C .

3-4-Le stockage :

Le stockage du végétal dans de l'alcool parait le meilleur, car il permet de garder le matériel végétal intact.

3-5-L'hydrolyse :

L'hydrolyse à l'Hcl (1N) à 60°C, pendant 15 min, semble être tés efficace, en effet on obtient un bon ramollissement des tissus, qui deviennent de ce fait facile à étaler.

3-6-La coloration :

La technique Feulgen a donné les meilleurs résultats, on a obtenu une coloration parfaite des chromosomes.

4-Observation et dénombrement des chromosomes :

L'examen des pointes racinaires, après écrasement entre lame et lamelle, se fait sous microscope optique. Avec un grossissement de 10, on repère rapidement les cellules en division.

La majorité des cellules présentent un noyau en interphase ou en prophase (fig 7).

Quelques cellules sont en anaphase ou en télophase (fig 8).

Cependant, les plaques métaphasiques sont rares, malgré le très grand nombre d'observation effectuées (fig 9).

Sur 100 pointes racinaires observées, nous n'avons pu dénombrer que 17 plaques métaphasiques.

La fréquence des différents stades de division cellulaire n'est pas la même. Il semble donc, qu'il y a des phases longues (prophase et télophase), et des phases courtes (métaphase).

Les chromosomes du pistachier sont très petits, leur dénombrement est très difficile, nous avons donc utilisé, les combinaisons (oculaire x objectif) qui donnent des grossissements entre 1000 et 1500.

Nous n'avons pas pu dénombrer les chromosomes, selon FASIHI et GHAFFARI (2001), l'étude des chromosomes chez le pistachier est très difficile car ses chromosomes sont extrêmement petits. Néanmoins les mêmes auteurs ont dénombré les chromosomes du Pistachier de l'Atlas à 28 (2n=28 et n=14).

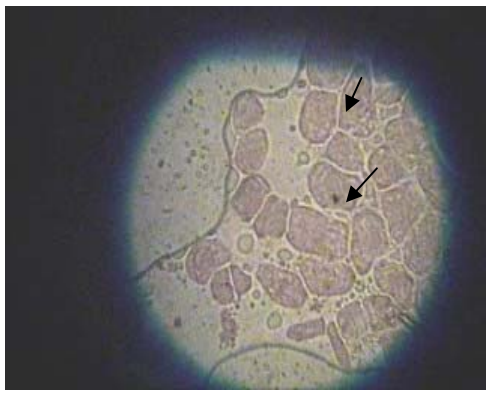


Figure 7: Cellules présentant des noyaux en interphase (i) et prophase (p).

Figure 8: Cellules présentant des noyaux en anaphase (a)

et en télophase (t).

Figure 9: cellule présentant une plaque métaphasique.

CONCLUSION

Le taux de callogenèse est influencé par le type d'explant utilisé ; ainsi les entre-nœuds sont plus callogènes que les feuilles.

L'induction de l'embryogenèse somatique à partir de cals issues d'entre-nœuds et des feuilles de vitro-semis du pistachier de l'Atlas, s'est révélée satisfaisante.

L'apparition d'embryons somatiques nous indique que les cals obtenues ont un potentiel embryogène.

Concernant l'étude caryologique, nous nous sommes d'abord orientées, vers la recherche d'une méthode permettant l'obtention d'un maximum de plaques métaphasiques, qui permettrait un dénombrement chromosomique.

Celles-ci sont rares, car elles sont le stade le plus court de la division cellulaire.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALETA N.; NINOT A. ; ROUSKAS D.; ZAKINTHINOS G.; AVANZATO D. et MENDES-GASPAR A., 1997 : La multiplication du pistachier. Revue Options Méditerranéenne, amélioration d'espèces à fruits à coque : noyer, pistachier. Série B : étude et recherches (16).Ed. E GERMAIN pp121- 132.

BOUABDELLAH E., 1996 : Diversité génétique de l'*Atriplex halimus* in-vitro, établissement d'une collection en serre à l'université de Paris. pp.45-46.

BOXUS PH., 1995 : Multiplication végétative, micro-propagation et embryogenèse somatique (biotechnologie végétale) Ed Belgique. 191 p.

FASIHI O. et GHAFFARI M., 2001 : chromosome studies on pistachio (*Pistacia vera L*) from Iran. Rev. Options méditerranéennes : Amélioration d'espèces à fruits à coque noyer, amandier, pistachier. Série B : étude et recherche. N°16 Ed. E GERMAIN.

FKI L. ; BAHLOUL M. ; MASMOUDI R. et DRIRA N., 2001 : étude des capacités germinatives des embryons somatiques chez le palmier dattier. Colloque et séminaires des modèles biologiques a l'amélioration des plantes. Ed. IRD. Paris 269 p.

LELU M.A. ; BOULAY M. et ARNAUD Y., 1987 : obtention de cals embryogènes a partir de cotylédons de *Picea abies L*., prélevés sur de jeunes plantes âgées de 3 a 7 jours après germination. C. R. Acad. Sci. Paris, 1305- Série III, pp 105-109.

MAIZA F., 1980 : Analyse des aptitudes organo-génétiques de plusieurs variétés de citrus en vue d'aboutir à leur multiplication végétative in-vitro. Thes.Doc. 3eme cycle. 76 p.

MURASCHIGE T. et SKOOG F., 1962 : A revised medium for rapid growth and biassays with tobacco tissue cultures. Phisiol. *Plantarium*, 15, pp 473-497.

NOVAC J. et KONECMAD D., 1980: Somatic embryogenesis in collus and cell suspensions cultures of alfa (*Medicago sativa L*.) physiologie (105). pp 279-284.

ROUSKAS D., 1996: Conservation strategies of *Pistacia* genetic resources in Greece. Dans Workshop (Taxonomy, Distribution, conservation and Uses of *Pistacia* genetic resources). Palermo, Italie, 1995, Padulosis S. Carus et Barone, E. IPGRI. pp 37-41.

TISSERAT B., 1979 : Somatic embryogenesis in angiosperms. Hort. Rev (1). pp 1

AXE III

Gestion de l'Espace

et Contraintes

Socio-économiques

COMMERCIALISATION DU LAIT DE CHAMELLE EN ALGERIE : MYTHE OU REALITE ?

ADAMOU ABDELKADER
Laboratoire de Protection des Ecosystèmes en Zones Arides et Semi-Arides,
Université Kasdi Merbah- Ouargla

RESUME

La polyfonctionnalité du dromadaire permet à la population autochtone de bénéficier de toute une gamme de produits (lait, viande, poil…) et de services (selle, bât, course…) à moindre coût. Cependant, face aux mutations socioéconomiques qu'ont connu les régions sahariennes, certaines fonctions ont perdu de leur importance (transport, poil) ou disparu (auxiliaire de l'agriculture). La viande et le lait restent sans contexte les produits les plus prisés, toutefois, si la viande joue un rôle important sur l'échiquier local en participant pour plus de 30% de la viande rouge consommée, le lait reste un produit relégué au second plan malgré ses potentialités (richesse en vitamine C, vertus thérapeutiques…)
La présente communication tente de faire le point sur l'importance du lait de chamelle dans tous ses aspects (composition, rendement, aptitude fromagère…) et réfléchir à un mode de conduite permettant d'orienter l'un des systèmes d'élevage existants vers un élevage laitier à même de conforter le système (recomposition du troupeau, scolarisation des enfants) à l'image de l'expérience mauritanienne tout en tenant compte des spécificités régionales.

Mots clés : élevage camelin – lait de chamelle – Sahara – Algérie - développement

INTRODUCTION

Le dromadaire, cet animal sans lequel les grandes civilisations nomades n'auraient pu exister**,** compte près de 19 millions de têtes dans le monde et se trouve confiné dans la ceinture désertique et semi-aride d'Afrique et d'Asie.
L'Afrique détient 80% de la population mondiale où l'essentiel des effectifs (60% du cheptel camelin mondial) est concentré dans les pays de la corne (Somalie, Soudan, Ethiopie, Kenya et Djibouti). Seulement 12% de l'effectif africain constitue le cheptel camelin des cinq pays du Maghreb où la Mauritanie détient à elle seule la moitié de l'effectif maghrébin.

L'effectif algérien, qui a connu une forte régression due essentiellement aux vagues successives de sécheresse, ne compte que 140.000 têtes. Ce chiffre n'est qu'une estimation car il est difficile d'évaluer avec exactitude l'effectif camelin en perpétuel changement (abattages non contrôlés, exportations clandestines...); mais suite à la mise en place de la prime à la naissance, le chiffre a été revu à la hausse pour atteindre 240.000 têtes (FAOSTAT, 2002), un chiffre qui reste à notre avis trop exagéré.

Contrairement à des pays comme la Mauritanie ou l'Arabie Saoudite qui ont en fait une véritable manne économique, l'Algérie où la production des protéines animales peine à satisfaire la demande croissante de la part d'une population de plus en plus urbanisée**,** n'est pas encore arrivé à valoriser le dromadaire en tant que source de protéines. Ce déficit en protéines animales est encore plus accentué dans les régions sahariennes où le problème de distance, de capacité de stockage, d'accès au marché et de productivité pastorale font que les produits animaux sont globalement moins disponibles et plus coûteux qu'ailleurs.

Les opérations engagées par l'Etat en vu de relancer l'élevage dans les zones sahariennes ont été vouées à l'échec à causes de nombreuses contraintes notamment celles liées à l'alimentation (cultures fourragères peu développées), à l'adaptation (fortes chaleurs estivales) et aux conditions d'ambiance (absence de bâtiment répondant aux exigences du milieu).

Les systèmes de production mis en place n'étaient pas adaptés aux spécificités des régions sahariennes alors que le dromadaire, espèce autochtone qui occupe une place prépondérante dans la vie économique et sociale des populations sahariennes et à un degré moindre steppiques, est resté marginalisé en dépit de son adaptabilité aux conditions locales.

En effet, grâce à ses qualités exceptionnelles d'adaptation qu'il a développé tant sur le plan anatomique et physiologique que comportemental (sa capacité à supporter une perte en eau allant jusqu' à 25% de sa masse corporelle permettant au dromadaire une autonomie hydrique de 7 à 12 jours en est un bon exemple (Schwartz et Dioli, 1992), le dromadaire reste sans contexte l'animal le mieux à même de produire, dans un milieu caractérisé par des conditions de vie d'une rigueur excessive, toute une gamme de produits et de services au profit de l'homme du désert qui de tout temps est resté intimement lié à ce vaisseau du désert. En effet, il est estimé pour son utilité pour le transport (selle, bât) là où n'existent pas d'infrastructures routières dans les vastes étendues du Sahara. Mais il est surtout estimé pour sa production de lait et de poil mais surtout de viande. Toutefois si la place en matière de consommation de viande cameline est très importante sur l'échiquier régional (les camelins contribuent pour 33% de l'ensemble des abattages dans les régions sahariennes), le lait n'a jamais été valorisé : il est partagé entre le chamelon et la famille de l'éleveur ou tout simplement offert gracieusement.

C'est dans cette optique que nous essayerons d'apporter une réflexion sur la possibilité de commercialiser le lait de chamelle tout en trouvant un mode de conduite à même de conforter l'un des systèmes existants et ce dans une optique de développement durable ?

IMPORTANCE DU LAIT DE CHAMELLE

On ne dispose pas à l'échelle mondiale et à fortiori en Afrique que d'une vue parcellaire du potentiel laitier de la chamelle et les estimations proposées sont souvent très approximatives.

D'après les statistiques de la FAO, la production mondiale de lait de chamelle disponible pour la consommation humaine est estimée officiellement à 1.3 millions de tonnes en 2002, soit 500 fois moins que celle de lait de vache. Mais si l'on tient compte de l'autoconsommation et du réel potentiel moyens des animaux en production, il est probable que cette production soit plus élevée (soit 5.4 millions de tonnes) (Faye 2004**).** Le premier producteur mondial de lait de chamelle est la Somalie, suivie de l'Arabie Saoudite.

Le lait est un aliment irremplaçable pour certaines catégories de la population, il n'est pas rare que lors des transhumances, le berger ne s'alimente qu'avec du lait de chamelle. C'est l'exemple des bergers Raikas en Inde accompagnant les dromadaires en transhumance et qui survivent parfois pendant des semaines en utilisant le lait de chamelle comme unique source alimentaire.

Certaines communautés pastorales, en particulier en Somalie et en Erythrée élèvent les dromadaires pour la production de lait. En Mauritanie, parmi les productions camelines, le lait occupe une place essentielle de telle sorte qu'il intervient actuellement dans l'alimentation dans certaines zones urbaines. En effet, depuis quelques années, on assiste à un début de structuration de l'élevage périurbain et d'initiatives industrielles privées toutes destinées à promouvoir la filière lait.

RENDEMENTS

Les rendements rapportés par la bibliographie sont très variables (selon les races et les systèmes d'élevage). Des rendements annuels variant de 1000 à 3500 litres ont été enregistrés en Inde et d'autres pays. Une chamelle allaitante produit de 1000 à 2000 l de lait pour une période allant de 8 à 18 mois (FAO, 2006). Une étude menée au Niger avance qu'une chamelle est en mesure de fournir, en plus du lait nécessaire à la croissance de son chamelon, 1.2 litres de lait par jour à l'éleveur pendant au moins 10 mois (Planchenault, 1984).

L'expérimentation menée au Punjab en 1994 a permis à la chamelle pakistanaise de produire, dans des conditions de production similaires aux zones désertiques, 4-7 Kg de lait par jour (Zia-Ur-Rahmane 1994).

En Arabie Saoudite, dans la région du Jouf (à l'Est du Royaume), un concours de la meilleure chamelle laitière a été organisé où la meilleure chamelle a enregistré une performance de 27.4 litres/jour démontrant ainsi le potentiel laitier chez certaines races d'autant plus que le concours était organisé au mois de juillet qui ne représente pas le pic de lactation (Camel Newsletter 14, 1998). Toujours en Arabie Saoudite, la production de quelques femelles, élevées en stabulation avec des rations où le concentré représente 60 à 70% de la MS ingérée, a atteint 5331 kg de lait sur quatre lactations d'une durée de 13 mois. La moyenne du troupeau étant de 3516 kg.

Cependant on estime la production moyenne à 2500 l/an. La variabilité génétique est importante et laisse supposer des possibilités de sélection. Par ex, le rendement journalier de la race Malhah (Niger) tend vers 9.3 l. et Hamra vers 6.8 l. (Bonnet, 1998). Les pics de lactation peuvent atteindre jusqu'à 10 l/j. La durée de lactation varie entre 8 et 18 mois mais la quantité produite fluctue avec les saisons. (Bonnet, 1998).

Toutes ces estimations indiquent que la production de chamelle est potentiellement supérieure à celle de la vache dans les mêmes conditions climatiques et alimentaires. En effet, En Ethiopie, par exemple, les pasteurs Afar qui élèvent simultanément bovins et camelins obtiennent une production laitière quotidienne moyenne de 1-1,5 litres avec le zébu Afar contre 4-5 litres avec la chamelle Dankali. (Faye, 2004)

Selon les observations de Schwarz et Doli (1992) dans la corne de l'Afrique, rapportée au poids vif de l'animal, la productivité laitière des chamelles (250 Kg/UBT/an) est supérieure à celle des petits ruminants (220 Kg) et à celle du zébu (1000 Kg).

La durée de lactation est très variable (de 8 à 18 mois en général) soit des durées plus importantes en moyenne que les vaches laitières dans les mêmes conditions. (Faye, 2004).

La courbe de lactation est comparable à celle des bovins avec une persistance meilleure. (Richard et Gerard,1985).

Tous les auteurs sont unanimes pour dire que la présence du chamelon est nécessaire pour initier la descente de lait et maintenir une production laitière de la mère, pratique qui rend difficile l'estimation de la production. Le nombre de traites est variable selon les auteurs : 2 à 4 fois en Somalie et au Kenya (Spencer, 1973) et en Tunisie, 3 traites par jour en station expérimentale (Kamoun et Bergaoui, 1989).

En élevage traditionnel, les chamelles sont traites une fois par jour au lever du soleil, toutefois, deux traites peuvent être réalisées : une le matin avant le départ sur les parcours et une le soir au retour des animaux. Le rang de lactation est aussi un paramètre de variation, mais nous ne disposons pas de données de résultats rapportant les productions sur une lactation complète ou précisant le rang de la lactation.

COMPOSITION

Le lait de chamelle, moins riche en matière grasse que le lait de vache, présente un taux de matières azotées comparable et contient trois fois plus de vitamine C. Cette dernière caractéristique lui confère son pouvoir de conservation en température ambiante.

Le lait de chamelle a une bonne valeur nutritive. La production journalière d'une chamelle couvre la totalité des besoins énergétiques, lipidiques, protidiques et calciques d'un homme adulte (Richard, 1974). Il contient 2.5 à 4.5% de protéines et 2.9 à 5.5% de matières grasses et de fortes concentrations en lactoferrines. Il a des propriétés bactériostatiques et thérapeutiques. Dans les hôpitaux israéliens, le lait de chamelle est réservé aux enfants prématurés sur lesquels il opère de véritables miracles.

La société kenyane Camel Dairy Milk Ltd of Nanyuki envisage, en collaboration avec l'Institut de recherche médicale du Kenya (KEMRI), d'entreprendre des recherches sur le prétendu rôle du lait de chamelle comme remède dans la réduction du diabète et des maladies coronariennes.

La faible teneur en calcium du lait de chamelle peut expliquer en partie l'apparition de la maladie connue par les chameliers sous le nom de "Kraff" due essentiellement à une carence calcique.

CONSOMMATION

Dans la plupart des cas, le lait, une fois trait est bu aussitôt et la principale transformation reste le lait fermenté.

Sur le plan technologique, le lait de chamelle relève des aptitudes appréciables à la coagulation et donc une possibilité de le transformer en produits dérivés, cependant cette aptitude est limitée en raison de la structure particulière des micelles caséiniques et la teneur limitée de la caséine k, la présence d'un système antibactérien puissant : lysozyme, lactoferrine et lactoperoxydase et la nature et la teneur de la matière grasse. En effet, la coagulation est 2.5 à 3 fois plus lente que pour le lait de vache. Mais la FAO, grâce aux études entreprises par Ramet (1987) a permis de contourner cette difficulté en mettant au point une technologie qui peut transformer le lait de chamelle en fromage.

L'ajout au lait d'un sel de calcium soluble (chlorure ou phosphate) à raison de 15 grammes par 100 litres permet la réduction de 20 à 50% de la durée du temps de floculation. En utilisant le protocole classique employé pour les fromages de vache, Ramet a pu obtenir une gamme variée de fromages (pâtes fraîches, pâtes molles, pâtes pressées, pâtes dures) jugée satisfaisante par les dégustateurs car conforme aux normes spécifiques. Toutefois, le rendement fromager obtenu est faible, comparé aux rendements obtenus par le lait de vache ou de chèvre. La faible teneur en matière sèche du lait de chamelle semble être la cause principale. Kamoun et Bergaoui (1989), en

respectant les adaptations technologiques décrites dans les travaux de Ramet ont tenté d'estimer l'aptitude fromagère du lait de chamelle élevée en stabulation dans le Nord tunisien. Les rendements frais et secs obtenus sont jugés satisfaisants puisque évalués respectivement à 11.7 et 4.9% avec un taux de récupération de la matière grasse de 64%.
Actuellement, il existe des présures spécifiques commercialisées tel le camifloc permettant la coagulation du lait de chamelle pour la fabrication de fromages. L'expérience mauritanienne mérite d'être citée avec la première laiterie d'Afrique de lait de chamelle créée en 1989 par Mme Nancy Abderrahmane qui propose des fromages de chamelle "Caravane" et "Sahara" et qui est entrain de mener des négociations avec l'Union européenne pour leur commercialisation.
Pour la transformation en beurre, le rendement beurrier est amélioré par une technique de barattage à haute température. Les thermogrammes de fonte sont établis pour des températures comprises entre – 50 et +50°C. La fonte débute à – 26°C et est totale à 43°C., ceci est dû à la faible teneur en acides gras à courtes chaînes et à la teneur élevée en acides gras C16. Le comportement à la fonte explique certaines difficultés rencontrées pour la transformation du lait en beurre. Le beurre de chamelle présente un point de fusion moyenne à 41.4 °C et un indice d'iode plus élevé (49), mais un indice de saponification inférieur (200) à celui du lait de vache (Farah et al, 1989). Le beurre issu du lait de chamelle se caractérise par sa couleur très blanche, celle-ci résulte vraisemblablement de la présence de composés non gras formés de protéines résiduelles difficilement dissociables de la phase grasse et d'eau capillaire retenue entre les grains de beurre.

COMMERCIALISATION
Le lait de chamelle est aujourd'hui commercialisé dans plusieurs pays. En Mauritanie, il est commercialisé par une laiterie privée. En Inde, il est vendu au même prix que le lait des autres espèces domestiques. Les gardiennes de troupeaux d'Ethiopie et de Somalie n'hésitent pas à faire 12 heures de train pour le vendre à Djibouti où les prix sont élevés. A N'Djamena (Tchad), les bars laitiers poussent comme des champignons.

DISCUSSIONS

En Algérie, l'étude entreprise sur les systèmes de production camelins à travers les trois grandes aires de distribution, fait ressortir que le lait, chez les différents systèmes identifiés, est partagé entre le chamelon et la famille de l'éleveur ou est offert gracieusement).

Si d'une manière générale, sa vente est une offense aux règles d'hospitalité nomade dans les différentes régions, on peut le trouver sur le marché de quelques localités (le marché de Tinséririne (Hoggar) où il est cédé à un prix pouvant aller jusqu'à 100 DA le litre ou le marché de la ville de Tindouf pour un prix de 70 DA le litre) pour ses vertus thérapeutiques (conseillé surtout aux diabétiques, nourrissons et femmes enceintes) (Adamou et al, 2006).

Le lait, une fois trait, est bu frais. Rappelons que la traite est l'apanage des hommes. Le lait peut être également mélangé à du lait aigre.

Certaines sociétés (femmes touaregs notamment) transforment le lait en beurre frais (Oudi ouan amellen en tam.). Les femmes fabriquent également, à partir du lait des sous produits très appréciés par la population autochtone : le « tikamarine », un fromage à base du lait ou également la « klila ar. ou ioulsan tam.» fromage issu du lait aigre. Il est à noter que ces sous produits sont souvent obtenus après mélange avec du lait de chèvre.

A noter que les chameliers de Tindouf ne soutirent aucun sous produit du lait de chamelle : il est bu frais ou utilisé dans la préparation du « kandar », boisson obtenue par un mélange de thé et de lait de chamelle.

Concernant les performances de production, une bonne laitière peut produire, en bonne saison, jusqu'à 10 litres de lait par jour en début de lactation.

Les mesures effectuées pour deux traites quotidiennes nous ont donné une moyenne de trois litres.

Le potentiel laitier de la chamelle est loin d'être négligeable bien que les publications sérieuses sur le sujet ne soient pas légion (Faye, 2003).

En Afrique, les références varient selon les études, les races considérées et les systèmes d'élevage entre 1000 et 2700 litres par lactation.

Par exemple, en Tunisie, en situation expérimentale, les extrêmes répertoriés varient entre 942 et 3300 litres pour des lactations comprises entre 190 et 404 jours.

En Libye, Hermas (données non publiées) avance des productions variant entre 320 et 2139 kg de lait à la station d'Al-Assa avec une production standard moyenne (305 jours de lactation) de 1016 kg..

Au Niger, à partir de données de suivi en milieu pastoral, Saley et Steinmetz (1998) estiment la lactation annuelle à 1760 litres avec 2 traites et 2400 litres avec 3 traites, le chamelon prélevant environ 50% de la quantité totale. La variabilité génétique est importante et laisse supposer des possibilités de sélection.

Il serait donc intéressant de penser à orienter l'élevage camelin pour la production laitière
Surtout que le lait de chamelle, outre ses fonctions nutritives pour les populations locales, est recherché pour ses propriétés anti-infectieuses anti cancéreuses et mêmes anti-diabétiques (Agrawal et al, 2003).

Nous pouvons nous inspirer des exemples de développement laitier camelin entrepris par certains pays. Ces exemples peuvent être étudiés de près comme en Mauritanie, au Niger ou au Maroc, montrant la possibilité de stimuler la production laitière locale par la création de mini-laiterie permettant d'intégrer la production dans des circuits marchands.
Un tel développement est possible soit du fait de la construction d'un réseau de collecte par une initiative privée (Mauritanie), soit par une politique volontariste de l'Etat (Maroc), soit par l'émergence de systèmes périurbains constituant un réseau informel (Djibouti).
Au Niger, c'est la rencontre d'un investisseur privé et d'un organisme de développement qui a permis la création d'une mini-laiterie de lait de chamelle (Chaïbou, 2005). Ces exemples témoignent des différentes voies possibles pour stimuler l'émergence d'une véritable filière lait de chamelle en conditions nomade.
Des produits de conservation prolongée (fromage, yaourt, lait fermenté) peuvent être proposés au marché urbain afin de lever la contrainte de la périssabilité du produit lait dans des conditions de climat très chaud.
Il existe des recherches en Algérie sur l'utilisation de la présure du dromadaire (Siboukeur et al. 2005) sur lesquelles on pourrait concrètement s'appuyer.
L'Etat doit pouvoir encourager la création de mini-laiteries comme dans les pays voisins, meilleur moyen de favoriser l'émergence d'une filière laitière organisée comme c'est le cas de la laiterie mauritanienne « la Société Tiviski », première laiterie en Afrique et la deuxième au monde à pasteuriser le lait de dromadaire, et qui propose une gamme variée de produits tel le Cham'lait, lait de chamelle fermenté un peu doux et « caravane » fromage à base du lait de chamelle (photo 1). La laiterie va chercher chaque jour le lait frais jusqu'à 80 km de sa base, Nouakchott, auprès 800 chameliers et ramène sa cargaison dans un camion frigo pour la pasteurisation.
Pour réussir ce nouveau statut du dromadaire, il faut s'orienter vers le système de production camelin où l'on trouve peu de trace de fléchissement. Dans l'état actuel des choses, parmi les systèmes identifiés en Algérie, le semi nomadisme est le système qui s'y prête le mieux. et mérite donc d'être conforté.
La mise en fonction de telles unités apportera des changements sur le système : rapprochement des centres de vie, recomposition du troupeau

(pourcentage de chamelles plus important), recours à l'alimentation complémentaire…. Comme elle aura des retombées très positives sur le secteur rural en faisant bénéficier les chameliers des bienfaits du monde moderne (scolarisation des enfants, valorisation des produits et sous produits).
L'Etat doit également jouer un rôle incitateur fondamental. par un appui aux investissements privés.
D'un autre coté, la communauté scientifique doit se pencher sur des axes de recherche en vu d'identifier les « races » camelines locales sur le plan des potentialités laitières inconnues jusque là.
Mais cela n'est possible que par la création d'une station de recherche cameline au cœur de la zone de production. D'ailleurs l'absence à ce jour d'une telle station a fait que l'Algérie est restée un parent pauvre en matière de camélologie (Adamou et Faye, 2006).

CONCLUSION :

L'élevage camelin, grâce à ses aptitudes, arrive à mettre à la disposition des chameliers des produits divers et à moindre coût.
Certes, le dromadaire a perdu de son prestige, en reculant devant les progrès de la civilisation, en tant qu'animal de transport (les dromadaires sont déplacés sur des camions), mais il demeure, sans rival, un grand pourvoyeur en viande et en lait. Toutefois, ce dernier reste un produit non valorisé en Algérie malgré un bon potentiel laitier de la chamelle.
Des voies de développement existent, parmi lesquelles la création de mini-laiteries.
Ce nouveau statut du dromadaire en tant qu'animal laitier représentera un facteur très structurant du développement rural par la multiplicité des agents intervenant dans la filière (collecteurs, transformateurs, distributeurs, fabricants d'intrants). Le dromadaire pourra ainsi compter comme pièce importante de l'échiquier de l'économie de l'élevage.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADAMOU A. et FAYE B. 2006. Quelques pistes pour le développement de l'élevage camelin en Algérie. Séminaire international sur l'élevage et la faune sauvage dans les régions arides et désertiques : enjeux et techniques d'amélioration. Djerba (Tunisie) du 18 au 21 septembre 2006. 10 p.
ADAMOU A., BOURBOUZE A., et FAYE B. 2006. Le devenir des systèmes de productions camelins en Algérie (à paraître dans la revue sécheresse).
AGARWAL R.P, SWAMI S.C, BENIWAL R. et *al.* 2003. J. Camel Res. Pract., 10, 45-50

BONNET P. 1998. Les filières laitières camelines, un pari sur la modernité et les techniques / traditionnelles. In : Dromadaires et chameaux, animaux laitiers = Dromadaries and camels, milking animals/Bonnet P. (ed.). - Montpellier : CIRAD, pp. 15-20.

CAMEL NEW SLETTER N°14 avril 1998. Ed. : ACSAD, Damas (Syrie). pp. 4-29.

CHAIBOU M. ; 2005. La productivité pastorale et zootechnique du désert. Le cas du bassin laitier d'Agadez. Thèse Univ; Montpellier II (France), 250 p.

FAO. 2002. FAOSTAT Database.

FAO. 2006. Production year book.

FARAH Z., STREIFF T., BACHMANN M.R. 1989. Manufacture and characterization of camel milk butter.Milchwissenchaft,44. pp.412-414

FAYE B. ; 2003. *Performances et productivité laitière de la chamelle : les données de la littérature.* Atelier Int. sur le lait de chamelle en Afrique. FAO-CIRAD-KARKARA, Niamey (Niger), 5-8/11/2003, 7-14

FAYE B. 2004. Performance et productivité laitière de la chamelle : les données de la littérature. In : Lait de chamelle pour l'Afrique. Atelier sur la filière laitière caméline en Afrique. Rome . FAO. pp. 7-16.

KAMOUN M. et BERGAOUI R. 1989. Un essai de production et de transformation de lait de dromadaire en Tunisie. Revue Elev. Med. Vet. Pays Trop., 42. pp 113-115.

PLANCHENAULT D. 1984. Production cameline. Résultats zootechniques. Projet de développement de l'élevage dans le Niger centre Est. EMVT. Maisons-Alfort. 213 p.

RAMET J.P. 1987. Production de fromages à partir de lait de chamelle en Tunisie. Rapport mission FAO (Rome). 33 p.

RICHARD D., 1974. Notes sur l'élevage camelin en Ethiopie. Maisons-Alfort. IEMVT. 49 p.

RICHARD D., GERARD D. 1985. La production laitière des dromadaires Dankali (Ethiopie). In : Conférence internationale sur les productions animales en zones arides. 7-12 septembre 1985. Damas (Syrie). Maisons-Alfort. CIRAD-EMVT, France.16 p.

SALEY M, STEINMETZ P.;1994. Approche quantitative de la production laitière destinée à la consommation humaine, répercussion sur la croissance du chamelon. Etude réalisée en milieu traditionnel sahélien. In : actes du colloque : dromadaires et chameaux, animaux laitiers, Nouakchott, Mauritanie, 24-26 oct. 1994, CIRAD-Montpellier, coll. Colloques, 87-94

SCHWARTZ , DIOLI M. 1992. The one-humped camel in Eastern-Africa. Ed: Verlag. Welkersheim, Allemagne. 282 p.

SIBOUKEUR O, MATI A, HESSAS B. ; 2005. Amélioration de l'aptitude à la coagulation du lait camelin (*Camelus dromedarius):* utilisation d'extraits enzymatiques coagulants gastriques de dromadaires

2005 Cahiers de l'Agriculture. Vol.14 N°5, Sep-Oct. 2005.
SPINCER P. 1973. Nomade in alliance: symbiosis andgowth among the Rendille and Samburu of Kenya. London, UK, Oxford University Press. 320 p.
ZIA-UR-RAHMAN, HAQ I.U. 1994-Milk production potential of camels in Punjab (Pakistan).In BONNET P.(éd.)1998 Dromadaires et chameaux, animaux laitiers. Actes du colloque,24-26 octobre 1994.Nouakchott,Mauritanie,Montpellier,France,CIRAD,304 p .

Gamme variée de produits dérivés du lait de chamelle
(Laits et fromages de la laiterie mauritanienne)

CONTRIBUTION A L'ANALYSE DE LA FILIERE DATTES EN ALGERIE

MESSAK Mohamed Ridha[1], NEZZAR KEBAILI Nadjet [2]
1- INA d'Alger *rimedhse@yahoo.fr*
nadjet@yahoo.fr *2-CRSTRA Biskra* *dakhia*

RÉSUMÉ

Le secteur agricole est stratégique dans la plupart des pays du sud comme l'Algérie. Leur économie, croissance et développement durable, dépendent largement de l'agriculture qui représente une part importante dans leurs échanges internationaux et dans l'emploi.
Dans le contexte de la remontée de la mondialisation et la régionalisation, l'agriculture algérienne est appelée à faire face à une concurrence plus rude, pour une intégration de plus en plus poussée dans la division internationale du travail. La spécialisation et la compétitivité deviennent les maitres mots, des clés pour réussir dans un nouvel ordre économique mondial impitoyable.
Dans ce travail, nous tentons d'analyser la compétitivité de la filière dattes en Algérie, à travers un certains nombres d'indicateurs de synthèse.
Globalement, et en dépit de la multiplicité de ses cas, et son immense diversité variétale, cette filière dispose des avantages compétitifs non négligeables. Le prix de vente de la Deglet Nour (dont le coût de production est le plus élevé par rapport aux autres variétés communes) est inférieur au prix moyen de la datte sur le marché français, ce dernier s'accapare de plus de 80% de la datte exportée par l'Algérie, et également, plus de la moitié du marché européen.
Cette compétitivité reste très relative, la comparaison de la position de l'Algérie, dans le marché de l'exportation révèle une présence moins importante par rapport à celle de la Tunisie, et relativement moindre que celle de la France, pays non producteur de dattes. L'indice de la part dans le marché de l'exportation confirme cette situation.
Mots clés : compétitivité, filière dattes, Deglet Nour, coût, avantage compétitif, marché, exportation, développement durable.

INTRODUCTION :

Le secteur agricole est stratégique dans la plupart des pays du sud comme l'Algérie. Leur économie, croissance et développement, dépendent largement de l'agriculture qui accapare une large part dans leurs échanges internationaux et dans l'emploi.

Dans un nouvel ordre économique mondial impitoyable, marqué par la montée conjointe de la régionalisation et la mondialisation, l'agriculture algérienne est appelée à jouer dans un champ concurrentiel de plus en plus rude. L'efficience économique, et la compétitivité y deviennent les maîtres mots, une voie est nécessaire, c'est d'engager cette agriculture dans une mutation qualitative basée sur une stratégie intégrée et une mise à niveau efficace, afin atteindre les meilleures chances pour être viable et développable.

Pour certains auteurs: la libéralisation des marchés agricoles du Maghreb conduira à une croissance nette des importations des produits de base (céréales, viandes, sucres et lait) de l'UE, cela pourrait constituer une sérieuse menace pour les petites agricultures maghrébines, déjà vulnérables financièrement, à l'encontre des producteurs du Nord, nettement plus performants et soutenus par des subventions publiques fortes et multiformes (Regnault, 1997 ; Chemingui et Dessus, 1999 ; Corrons, 2000 ; Corrons et Borda, 2000 ; Akesbi, 2000 ; Legrand, 2002 ; Belhaj Hassine N. et Salah Matoussi M., 2006).

Dans ce travail, nous tentons d'approcher la compétitivité de la filière dattes en Algérie, à travers un certains nombres d'indicateurs de synthèse. Certaines précisions vont être apportées suite à la collecte des données que nous avons réalisée dans la wilaya de Biskra, au cours de l'année 2007. En effet, cette région dispose de plus du 21 % du patrimoine phoenicicole national (qui s'élève à 10 364 890 palmiers productifs), et fournit plus de 30% de la production nationale (5 162 934 qx), et 35 % de la datte Deglet Nour (2 439 510 qx), son rendement moyen est le meilleur de toutes les régions phoenicicoles algériennes, soit environ 0,7qx/pal contre un rendement national de 0,5 qx/pal. A travers ce travail nous tentons particulièrement de répondre à la question suivante : La filière dattes en Algérie : compétitive ou non compétitive ? Et pourquoi ?

Les hypothèses de réponse qui vont être vérifiées par rapport à la variété Deglet Nour qu'est la plus exportée sont :

La filière dattes en Algérie, dispose des avantages compétitifs non négligeables.

Le prix de vente de la Deglet Nour (dont le coût de production est le plus élevé par rapport aux autres variétés communes) est inférieur au prix moyen de la datte sur le marché français, ce dernier s'accapare de plus de 80% de la datte exportée par l'Algérie, et plus de la moitié des importations européennes. Ses coefficient de protection nominale (CPN) et effective

(CPE) sont tous inférieurs à l'unité. La Deglet Nour qui est la plus coûteuse par rapport aux autres variétés algériennes, est aussi demandée sur le marché national et international, pour sa qualité très appréciée.
Cette compétitivité reste très relative, la comparaison de la position de l'Algérie, dans le marché de l'exportation révèle une présence moins importante par rapport à la Tunisie, le coefficient de spécialisation inter produit (de Balassa et Bauwens), l'indice de la part dans le marché de l'exportation (XMS), et celui de l'avantage comparatif révélé (IACR) confirment cette situation.

I. Filière et compétitivité : revue de la littérature

I. 1 le Concept de la filière agroalimentaire :

« Le concept de filière a été imaginé par les économistes industriels pour faire référence à un ensemble d'activités liées dans un processus de production-transformation-distribution d'un bien ou d'un service »[1]. Il est couramment utilisé depuis les années 70, rompant ainsi avec l'opposition entre les démarches micro et macro-économiques. En effet, la filière relève d'une approche méso économique. « L'économie industrielle appliquée à l'analyse de filière a fait l'objet de développements au sein de trois courants théoriques : la micro-économie standard qui mobilise des outils mathématiques sophistiqués (Laffont et Moreaux, 1991), l'économie et la stratégie industrielle (Julien et Marchesnay, 1997) dont le représentant le plus connu est M. Porter (Porter, 1993) et enfin l'économie néo-institutionnelle, dont le courant principal est la théorie des coûts de transaction (Williamson, 1975), et dont l'une des branches, l'économie des conventions (Boltanski et Thévenot, 1987, Eymard-Duvernay, 1989) est proche de la sociologie des organisations »[2]. L'utilisation du concept dans le domaine agricole est assez courante depuis les années 80. Du point de vue opérationnel, la filière est conçue comme l'ensemble des acteurs économiques et de leurs relations qui contribuent à la production, à la transformation, à la distribution et à la consommation d'un produit.
La filière n'est pas un outil de l'analyse économique, elle n'est pas non plus une méthode permettant d'observer directement le comportement des acteurs. C'est un ensemble d'activités, étroitement imbriquées (production, expédition, transport de gros et de détail, etc.), les unes par rapport aux autres, liées verticalement par l'appartenance à un même produit ou à des produits voisins. (Montigaud, 1989).

[1] BENCHARIF A., RASTOIN J.L. 2007: Concepts et Méthodes de l'Analyse de Filières Agroalimentaires : Application par la Chaîne Globale de Valeur au cas des Blés en Algérie, Working paper N° : 07/2007, CIHEAM-IAMM, UMR MOISA, Montpellier
[2] Idem

Elle se rapporte aux itinéraires suivis par un produit ou un groupe de produits au sein de l'appareil agro-alimentaire. Elle concerne l'ensemble des agents (entreprises ou administration) et des opérations (production, répartition, financement) qui concourent à la formation et au transfert du produit jusqu'au stade final d'utilisation, ainsi que les mécanismes d'ajustement des flux des produits et des facteurs de production le long de la filière et à son stade final. (Malassis 1979)

Selon Morvan (1985) on peut approcher une définition de la filière en repérant trois éléments constitutifs déterminants :

-1- *Une succession d'opérations de transformations dissociables, séparables et liées entre elles par des enchaînements de techniques et de technologies*

-2- Un ensemble de relations commerciales et financières qui s'établissent entre tous les stades de la transformation. Ces flux d'échanges amont aval constituent un espace de relations orientées par les techniques ou les marchés dont les contraintes conditionnent plus ou moins les échanges.

-3- Un ensemble d'actions économiques qui président à la mise en valeur des moyens de production et qui participent à définir un espace de stratégie.

En somme, on pourrait dire que, la filière est l'ensemble des acteurs économiques qui agissent et réagissent, des différents processus de production et transformation des produits agricoles en produits alimentaires, des flux d'inputs et d'outputs, d'information et d'argent, s'organisant autours d'un ou plusieurs marchés.

I. 2 le Concept de la compétitivité :

- La compétitivité est un concept relatif et dynamique, relatif car il dépend des entités à analyser et des champs d'investigation ciblés, dynamique parce qu'il s'inscrit dans la durée en s'améliorant ou en se détériorant.

Les définitions de ce concept sont nombreuses.

- Pour Murphy et Austin, (1999) la compétitivité est la capacité d'une nation d'atteindre un test des marchés internationaux libres.
- Pour Martinet (1984), l'entreprise compétitive possède un ensemble de capacités qui l'autorisent, selon le cas, à entrer, se maintenir ou se développer dans un champ concurrentiel constitué par l'ensemble des forces traversant son environnement et susceptibles de s'opposer à ses objectifs, ses projets et ses opérations.
- Selon Shaples et Milham, (1990) : La compétitivité est la capacité de fournir des biens et services au temps, place et forme

requises par les acheteurs étrangers à prix égal ou meilleur que celui des autres fournisseurs potentiels tout en gagnant au moins le coût d'opportunité des ressources employées

I. 3 Les types de la compétitivité

I.3.1. La compétitivité prix.

C'est la capacité de maîtriser les coûts pour proposer des produits à des prix inférieurs aux prix moyens sur le marché ou à ceux des concurrents. L'avantage en termes de coûts ou de prix se traduit par une meilleure position de la filière sur le marché international. (Bismut et Oliveira 1986)

I.3. 2. La compétitivité hors prix :

La compétitivité prix ou coût ne fait pas l'ensemble de la compétitivité, un produit cher peut être demandé car il a une qualité non substituable, là on parlera ***d'une compétitivité hors prix*** ou hors coût, elle est inhérente à la faculté d'un produit à conquérir le marché en misant sur d'autres facteurs que le coût.

Elle fait donc référence á toutes les démarches et stratégies entreprises par les acteurs de la filière pour répondre á l'évolution de la demande. En effet, pour faire face à la concurrence internationale, les producteurs nationaux doivent miser sur l'innovation, la diversification, la segmentation et la qualité.

Pour synthétiser, on pourrait dire que, la compétitivité est la capacité des acteurs à avoir une stratégie leur permettant de conquérir et de maintenir sur le long terme des parts de marché. C'est un concept dynamique, et complexe aux contours flous. Il traduit la capacité pour une entité spécifique (nation, secteur, filière…) qui active dans un champ concurrentiel, d'être viable et développable (en interne comme en externe) comparativement avec une autre entité comparable. Mais cela suppose notamment, de fortes compétences d'adaptation et de maîtrise (des coûts, de la qualité et des délais).

C'est la capacité de battre loyalement les concurrents, d'être une performance en amélioration continue. C'est la capacité de capter la demande étrangère et domestique par le rapport prix / qualité.

II. La filière dattes en Algérie : Quelle compétitivité pour les producteurs ?

II.1 la phoeniciculture en Algérie : présentation et importance

Les oasis, généralement en plein Sahara, sont le résultat d'un vrai contraste engendré d'une part par l'aridité du milieu saharien et son hostilité pour les êtres qui y vivent et d'autre part. Ce contraste de taille fait que le système oasien, avec toute sa diversité biologique et sa complexité est en équilibre très fragile. (IPGRI, 2005) (**Cf. figure 1**, p.06)

La phoeniciculture joue un rôle socio-économique et environnemental stratégique dans cet équilibre, le développement et la durabilité des systèmes de production oasiens. Elle constitue l'armature de l'écophytocenose des oasis, en créant un méso climat favorable à la vie de l'homme, de ses cultures et son cheptel, en lui permettant de se maintenir dans un milieu désertique quasiment hostile.

Le palmier dattier permet aux phoeniciculteurs d'exploiter les strates inférieures de la palmeraie pour pratiquer d'autres spéculations (arbres fruitiers, légumes, fourrages, élevages). C'est ainsi que la phoeniciculture constitue une condition préalable pour d′autres activités agricoles dans le milieu oasien.

Aussi, la phoeniciculture en Algérie constitue la base de la vie d′une large fraction de la population (IPGRI, 2003).Sa biodiversité compte plusieurs centaines de cultivars connus par leurs qualités écologiques et économiques, se contentant d'un sol peu fertile et s'adaptant à un milieu naturel austère.

Par ailleurs, la datte est aussi l'un des rares produits de terroir, (hors hydrocarbures) capables d'aider l'Algérie dans la concurrence et la division internationale du travail, aussi bien par sa production que par sa transformation. Sa compétitivité durable est cruciale pour le développement soutenable des populations oasiennes et le devenir de tous les acteurs de la chaîne de valeur.

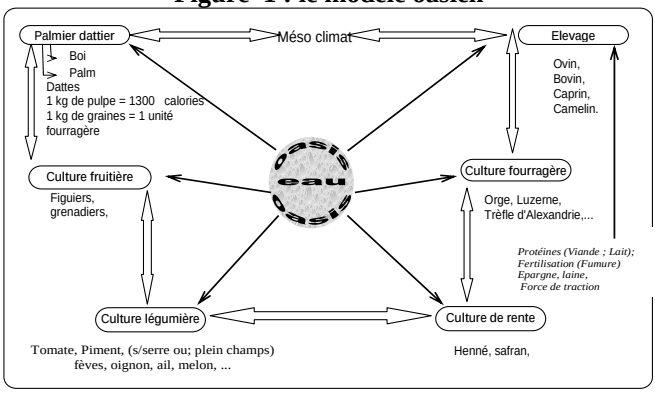
La datte contribue pour une grande part à la formation des revenus agricoles de la population oasienne, voisinant aujourd'hui les 3 millions d'habitants.

En terme de production, l'indice 100 en 1995 de ce produit est passé à plus de 153 en 2001 et à 172,6 en 2006 (Cf. Tableau 1, p. 06), c'est une évolution importante, malgré ses fluctuations ; la loi 18-83 de l'APFA, ainsi que le PNDA ont joué un rôle stimulant en ce sens. Actuellement cette culture s'étend sur plus de 1,23% de la SAU nationale (sur 103648 ha) et comptant plus de dix-sept millions de palmiers, dont dix millions sont productifs, composés à 35% de la variété Deglet Nour.

En 1983, la valeur produite par la datte était de 1,3 Milliards de DA, ce qui représentait 8,5% de la production globale agricole (élevage compris), et

16,5 % de la seule production végétale. En 2002 cette valeur était de 30,6 Milliards de D.A.(IPGRI, 2003),soit une croissance de 50% environ .

Figure 1 : le modèle oasien



L'oasis est un espace réduit au milieu du désert rendu fertile par la présence d'eau.

(Source: Messak M.R 2002: « le banquier et les paysans : l'autopsie d'une relation de piètre qualité, cas de la région de Tolga ». mém. ing, INA, Alger)

Les aides de l'Etat ont permis de faire revivre et d'étendre les palmeraies, selon le ministère l'Agriculture, le potentiel de production a augmenté de 70 % entre 1999 et 2006, grâce à l'extension de la superficie occupée par les palmeraies. La production nationale en dattes dépend grandement de celle de Deglet Nour, cette variété (dite aussi : la reine des dattes) largement prisée par les consommateurs, accapare la moitie du total de la production de dattes (**Cf**. **Tableau 1 en annexe**), sa compétitivité est vitale pour toute la filière.

II. 2 Les coûts de la datte : (Cf. tableau 2 et 3 en annexe)
Souvent les coûts de production représentent la première référence en matière d'avantage comparatif pour les produits agricoles.
D'après notre enquête dans la wilaya de Biskra (région de Tolga), un hectare de Deglet Nour, coûte environ 41 4816 DA, (campagne 2006), dont 62,4% sont des charges variables, dans cette rubrique le travail de sol et la fertilisation occupent ensembles plus de 55% (voir 70% des inputs échangeables), ensuite, vient le coût de l'énergie électrique pour le pompage de l'eau d'irrigation. Quant aux charges fixes, celles-ci sont relativement faibles, soit 37,6%, cela s'explique par le fait que les agriculteurs évitent souvent le recours aux crédits bancaires, (Messak MR. 2002) et aux prestations d'assurance, les fellahs sont structurellement en déconnexion avec ce type d'opérations formelles.
Seuls le recours à la main d'œuvre permanente ou à l'investissement matériel sont capables d'alourdir cette rubrique. Le poste de la main d'œuvre (permanente ou à temps partiel) accapare la part la plus lourde, soit 72% des inputs non échangeables, et 37,4% du total des charges (cela traduit entre autres, l'importance de cette culture dans la création des revenus pour la population oasienne). Par ailleurs, les intrants (fertilisation, PPS, énergie..) représentent le tiers dans la structure totale des dépenses (en manque d'énergie électrique ce coût flambe).
Le coût de revient**,** à la palmeraie, de la Deglet Nour (qu'est la variété la plus coûteuse par rapport aux autres, en raison des opérations culturales supplémentaires qu'elle exige), pour un rendement de 90 kg/pal est de 38,4 DA/kg , soit environ 0,42€.Ce coût de revient baisse chaque fois que la productivité du palmier augmente, c'est ainsi qu'avec les mêmes dépenses un rendement de 70 kg/pal peut faire augmenter le coût de revient à 49,4 DA/kg soit 0,54€. Le prix à la ferme est autour de 100 DA/kg, et 150 dinars sur le marché de gros, chez les détaillants le kilogramme varie entre 150 et 250 dinars, en novembre 2008, période durant laquelle l'offre de la datte est à son maximum ce prix moyen n'a pas baissé moins de 150 dinars, sa moyenne était de 200DA, la meilleure qualité s'est vendue à 240 dinars à Biskra. Ces dernières années, l'écoulement la production se fait progressivement en fonction de la demande et des prix sur le marché, grâce au stockage sous froid (la capacité de la wilaya dépasse les 40 100 M^3), nombreux sont les détaillants qui s'approvisionnent directement de certains agriculteurs, notamment, ceux qui possèdent des chambres froides.
D'autres détaillants préfèrent acheter les quantités suffisantes pour leurs besoins de l'année, puis les stocker dans une chambre froide (à raison de 250DA/quintal par mois) afin de les écouler lorsque les prix augmentent (ex. durant le Ramadan) souvent .la chaîne du froid est peu maîtrisée, parfois, elle se fait au préjudice de la qualité du produit.

La majorité des stockeurs éprouvent un besoin énorme en matière de vulgarisation en ce sens.

II.3 Détermination du seuil de rentabilité

Le calcul du seuil minimal de rentabilité (le point mort) de la production de la datte (rendement) pour lequel le phoeniciculteur ne réalise ni gain ni perte, mais couvre strictement les coûts de son activité révèle qu'il est de 23 kg/palmier, (i.e.27 qx/ha) et ce, lorsque le prix de vente est de 100 DA/kg. Ce seuil peut augmenter jusqu'à 69,14 kg/pal (i.e. 83 qx/ ha) si le prix est de 50 DA/kg. Cela confirme l'idée selon laquelle, la compétitivité est dans la productivité.

II. 4 Les prix de la datte et leur tendance

Quant aux prix d'achat de la datte, ceux-ci sont libres, du producteur jusqu'à la vente au détail. Ils varient selon plusieurs critères tels que, le volume de l'offre de la saison, la variété, le degré de maturation, le mode de vente (sur pied, la mise sur le marché par le producteur), la forme de la récolte (en régime, triée, en vrac sans triage), l'aspect extérieur du produit et son emballage, la période de vente (saison ou hors-saison), la région et la prévenance de la datte.

La majorité des stockeurs éprouvent un besoin énorme en matière de vulgarisation en ce sens.

Globalement, leur niveau est à la hausse, leur moyenne est passée de l'indice 100 en1990 à plus de 500 en 2006, (Tableau 4, figure 2), durant cette même année. Ce prix a atteint son maximum, comparativement avec d'autres fruits, car il était cinq fois plus que le prix de la pastèque, trois fois plus que celui des oranges, et presque le double des prix des bannes et des pommes locales (Ministère du Commerce, 2006).

Sur le marché mondial, le prix de la datte n'a pas connu la même tendance qu'en Algérie, d'après les chiffres de la FAO STAT, l'indice du prix à la production de la datte base 100 en1990 est passé à 111 en 2004 (en passant de 1 614,6 à 1 792,1 US$/ T).

Ces tendances incitent certains commerçants de la datte de s'intéresser plus au marché domestique que celui de l'exportation, un circuit souvent rigide (bureaucratique), vague et parfois risqué. Dans ce contexte, les quelques phoeniciculteurs exportateurs de la région de Biskra, sont tentés par la commercialisation informelle, loin des fiscs et du contrôle étatique. Cela explique en partie pourquoi la datte algérienne est plus consommée à l'intérieur qu'à l'extérieur (ce n'est que l'une des explications parmi tant d'autres).

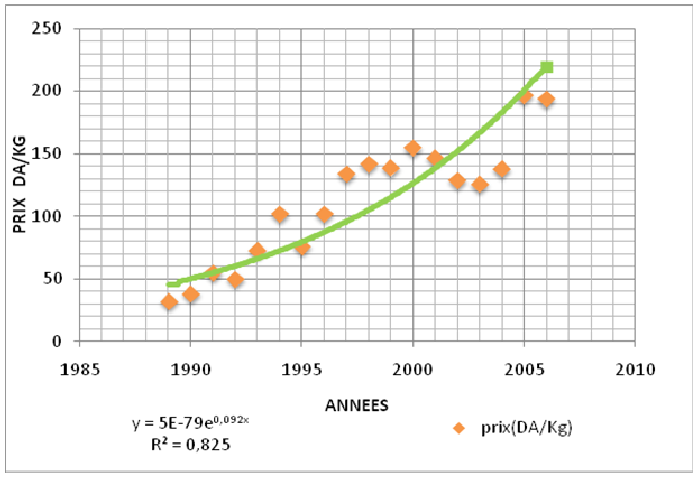


Figure 2 : Tendance des prix à la consommation de la datte algérienne de 1989 à 2006

(source : établi par nous sur la base des informations du Ministère de l'Agriculture (MADR.))

II.5 Les principaux indicateurs de la compétitivité

Les indicateurs d'évaluation de la compétitivité qu'on retrouve dans la littérature économique (dont ceux utilisés dans ce travail), présentent tous des limites, ils devraient être utilisés avec précaution, car ils n'accordent pas une attention suffisante aux facteurs de la compétitivité hors prix, sachant que les travaux récents en économie internationale ont démontré qu'au-delà de l'importance des prix, la qualité représente un des éléments clés pour la construction d'un avantage compétitif (Belhaj Hassine N. Salah Matoussi M. 2006).

Pour approcher la compétitivité de la filière de notre cas, on a utilisé les indicateurs suivants :

II.5.1 Coefficient de Protection nominale de la datte (CPN) :

C'est un rapport entre la valeur des biens échangeables (fertilisants ; désherbants ; plastiques…) aux prix observés et celle aux prix de référence. Ce coefficient mesure l'importance des transferts sur les outputs et inputs échangeables et mesure le degré de protection dont bénéficie la filière analysée.

Le calcul de ce coefficient nous a donné un **CPN <1 = 0,59**, ce qui indique que le producteur reçoit un prix inférieur aux prix aux frontières. Et que le consommateur paie moins cher ses dattes ce qui reconfirme la compétitivité de cette filière.

II.5.2 Coefficient de Protection Effective (CPE)

Le CPE est utilisé pour analyser plus rigoureusement les distorsions liées aux interventions à la fois au niveau des produits et des inputs. Le CPE est défini comme étant le rapport entre la valeur ajoutée aux prix intérieurs et la valeur ajoutée qu'aurait cette activité dans une situation sans intervention de l'Etat, c'est-à-dire la valeur ajoutée aux prix internationaux, il correspond donc au rapport entre la valeur ajoutée par unité produite aux prix intérieurs et la valeur ajoutée aux prix mondiaux mesurées dans une monnaie commune.

Dans notre cas le CPE < 1 = 0,54 ce qui indique une protection négative, c'est-à-dire que l'ensemble des interventions de l'Etat affectant le prix intérieur du produit et les prix intérieurs des intrants utilisés sont inférieures à ceux obtenus sans intervention.

Ces calculs montrent que la production de la datte Deglet Nour est avantageuse pour l'Algérie. La comparaison de son prix avec le prix moyen de la datte sur le marché français le confirme aussi.

En effet, le prix FOB (prix sur le port d'Alger) que nous avons calculé pour la Deglet Nour est égal à 1 831,63 € /Tonne, en ajoutant à ce prix les charges de transport au port de Marseille (=60 € /Tonne cas des conteneurs réfrigérés) ,et les frais d'assurance (avoisinant les 3€/Tonne) ,on aura une valeur de 1 894,63 € par tonne , avec un taux de dédouanement nul. La datte algérienne livrée au port de Marseille vaut 1,8946 € /kg. Si on additionne une marge de distribution et une TVA de 6%, on obtient un prix de 2,12 € / kg < 2,8 € /kg (le prix moyen de la datte toutes variété confondues) sur le marché français selon les statistiques françaises, 2006).

Notons que sur ce même marché les prix de la Deglet Nour peut dépasser facilement les 4€ /kg. Par ailleurs, et durant notre enquête, on a pu constater que certaines transactions avec des clients français ont été conclues sur la base d'un prix unitaire inférieurs à 1€ /kg

- Pour des dattes *Deglet Nour frezza* en cartons de 10kg,= 0,91 € /kg.
- Pour des dattes *Deglet Nour dénoyautée* en cartons de 10 kg = **0**,8 € /kg**.**

Dans cet exemple : l'avantage de cet acteur réside dans sa longue expérience, et dans le fait qu'il est à la fois phoeniciculteur, collecteur, conditionneur et exportateur.

Pour faire face aux tracasseries bureaucratiques, et aux risques du rejet du produit dans le pays importateur, sous prétexte de la non conformité aux normes appliquées ou exigées, un bon nombre d'exportateurs vendent leurs dattes livrées jusqu'au port d'embarquement, pas plus ! L'importateur

s'occupe du reste de cette opération. Mais à long terme, cela pourra gravement nuire à la compétitivité de cette filière.
En effet, La comparaison de la position de l'Algérie, dans le marché de l'exportation révèle une présence moins importante par rapport à la Tunisie, le coefficient de spécialisation inter produit, l'indice de la part dans le marché de l'exportation, et celui de l'avantage comparatif révélé confirment cette situation, comme suit :

II.5.3 Le coefficient de spécialisation inter produit : (Cf. tableau 5 en annexe)
Ce coefficient appelé aussi l'Indice des exportations nettes de Balassa et Bauwens qui donne l'importance des échanges de la datte produite par rapport à sa production nationale, son calcul pour l'année 2005 (les chiffres les plus récents de la FAOSTAT). Montre qu'il est dix fois moins important en l'Algérie (soit 6,27%) qu'en Tunisie (69,4%). Par ailleurs, ce coefficient est incalculable pour la France car sa production en dattes est nulle.
II.5.4 L'indice de la part dans le marché de l'exportation (XMS) : (Cf. tableau 6 en annexe)
XMS_{ik} = 100 (Export nationales datte/exportations mondiales de la datte)
Le calcul de ce coefficient place l'Algérie 6ème exportateur mondial (Cf. Tableau 6), il révèle que ce pays, détient à peine 5% des exportations mondiales en 2005 (dont 80% est composé de la Deglet Nour), contre, 27,3% pour la Tunisie **(**1er exportateur, offre 2% de la production mondiale**)** et 9% pour Israël **(**3ème exportateur mondial, sa production est à peine 16 milles tonnes, soit 0,2% de la production mondiale**)**. Ce qui est plus étonnant , c'est la position de certains pays non producteurs de dattes, qui arrivent à arracher des parts non négligeables dans ce marché, la France par exemple, qui est le premier client de l'Algérie , détient 5,7% dans le total des exportations mondiales, ce qui l'a permis d'occuper la 5ème place mondiale après l'Arabie saoudite et avant l'Algérie, au fait, la France suit une stratégie de réexportation basée sur le management par la qualité, et la transformation de certaines quantités pour être utilisables dans les IAA. Notons en fin que l'UE des 27 réexporte 10,2% des exportations mondiales de la datte. Dans cette part importante, 56 % est accaparée par la France.
D'après les statistiques du CNIS, l'Algérie avait exporté en 2006 une valeur de 20,05 millions U$ de dattes, contre une valeur de 19,14 millions en 2005, soit un taux de croissance de 4,75% (12% pour la Tunisie), alors que l'exportation des produits hors hydrocarbures ont évolué durant la même période avec un taux supérieur à 30%.

En termes de destination ,80% de la valeur des dattes s'exporte vers la France, qui est un marché traditionnel (proximité, et importance de la communauté musulmane).
Faut-il rappeler que les exportations algériennes en dattes ont connu leur plus haut niveau au milieu des années 1990, au moment où l'Algérie s'est engagée avec la Russie à lui rembourser une partie de sa dette par des produits agricoles et agroalimentaires. Les exportations en 1995 ont atteint les 21 783 tonnes pour une valeur de plus de 75 millions de dollars. Depuis, elles n'ont trouvé aucun essor , malgré les mesures décidées en 2002 dans le cadre du Fonds Spécial pour la Promotion des Exportations (FSPE) et du Fonds National de Régulation et du Développement Agricole (FNRDA).Le FSPE prend en charge à hauteur de 80 % le transport international et prévoit l'octroi d'une prime de valorisations (5DA/kg) pour la datte conditionnée en emballage de 1 kg, et moins, à l'exception de la datte branchette. Le FNDRA offre des primes d'incitation à l'exportation de 5 DA/kg pour les dattes en vrac désinsectisées, triées et mises en boîte de 12kg et de 8 DA/kg pour les dates conditionnées en emballage divisionnaire d'un (01) kg et moins. Outre ces mesures, on relève la bonification de 3% du taux d'intérêt du crédit par les banques et la facilitation du contrôle phytosanitaire de la datte sur site pour éviter les lenteurs des formalités douanières au niveau des ports et aéroports. A cela, s'ajoute le dispositif du 'couloir vert' créé en 2006 qui a eu pour objectif d'assurer une fluidité maximale des opérations d'exportation permettant l'acheminement rapide de la datte aux ports d'entrée Ce dispositif vient confirmer l'insuffisance les décisions prise en 2002 dans le cadre du FSPE et du FNRDA.

II.5.5 L'indice de l'avantage comparatif révélé (IACR): (Cf. tableau 7 en annexe)
IACR = [(Xi – Mi) * 100] / (Xi + Mi) dont Xi = Exportations en dattes ; Mi = Importations en dattes
Cet indice donne la proportion du solde commercial d'un produit *i* par rapport au volume de commerce de ce produit, son calcule sur la base des chiffres de 2005 de la FAO STAT, montre qu'il a une valeur de 98,21 pour l'Algérie, elle est presque égale comparativement avec la Tunisie (=99).
Cela s'explique par la modicité de la valeur des importations (quasiment absentes) pour ces deux grands concurrents de cette filière. Donc, l'Algérie présente un avantage comparatif révélé non négligeable.
La datte pour l'Algérie a toujours apporté un solde commercial, durant la période 1990-2006 ce produit avait procuré 488,5 millions US$, soit une moyenne annuelle de 25, 9 millions US$.
Pour la France, ce coefficient est négatif soit -48,15 %, la France est aussi le premier importateur mondial de la datte.

La datte pour l'Algérie, a toujours apporté un solde commercial, durant la période 1990-2006 ce produit avait procuré 488,5 millions US$, soit une moyenne annuelle de 25,9 millions US$**.**
Pour la France, ce coefficient est négatif soit -48,15 %, la France est aussi le premier importateur mondial de la datte.

CONCLUSION

La datte algérienne détient des avantages compétitifs non négligeables, cela est indispensable pour le commerce extérieur, l'emploi et le développement rural. L'amélioration continue et durable de ces avantages est un défi à relever. Il est crucial que les différents opérateurs de cette filière , soient en mesure d'augmenter leurs productivités, jouer davantage sur la qualité de leurs dattes dans des niches propres au terroir algérien, en faisant preuve d'innovation d'organisation et de dynamisme, de produire à moindre coût et de rechercher incessamment des nouveaux avantages. La présence de l'Etat, pour accompagner, contrôler, stimuler, débureaucratiser, est aussi primordial, en aidant également une répartition judicieuse, efficace et équitable des gains de productivité entre les différents acteurs de cette filière. Comme il est sine qua non de se mettre au diapason des dispositifs de qualité, faire du benchmarking, labelliser 14 , élargir la sphère des producteurs bio, diversifier les marchés et valoriser l'immense diversité variétale du dattier, moderniser, et alléger les formalités logistiques et douanières, rendre efficace le système informationnel, bancaire, surtout et renforcer la compétence des acteurs par la dotation suffisante en capital humain.

Annexes :

Tableau : 1 Evolution de la production des principales variétés de la datte algérienne de 1995 à 2006

Unité : Qx

Variété / Année	Deglet-Nour (Demi-molle)	Ghars (Molle)	Degla-Beïda (Sèche)	Total	INDICE 100 =1995 du total*
1995	1424130	628440	798980	2851550	100,00
1996	1670480	849430	1086460	3606370	126,47
1997	1513220	391780	1124930	3029930	106,26
1998	1771715	871601	1229814	3873130	135,83
1999	1971030	849740	1455060	4275830	149,95
2000	1690220	763220	1202720	3656160	128,22
2001	2138070	1067050	1168200	4373320	153,37
2002	2212310	640000	1331960	4184270	146,74
2003	2446360	831280	1644530	4922170	172,61
2004	2218250	663070	1544680	4426000	155,21
2005	2439510	981830	1741194	5162534	181,04
2006	2436980	835730	1649170	4921880	172,60

Source: établi par nous à travers les statistiques du Ministère de l'Agriculture et du développement rural (MADR)
***** Calculé par nous.

Tableau 2 : La structure des charges d'un hectare de palmier dattier
Cas de la variété Deglet Nour de TOLGA Unité: DA

		Opération	Intrants (Engrais, PPS...)	Main d'oeuvre	Mécanisation	Autres	Total	%	%
CHARGES	VARIABLES	Travail de sol		400	84000		84400	33	62.4
		Fertilisation	56266				56266	22	
		Pollinisation	4800	28800			33600	13	
		Désherbage, PPS	7750				7750	3	
		Limitation, ciselages, descente et ensachage des régimes	16800	14400			31200	12	
		La taille des palmiers		6000			6000	2	
		La récolte		9600			9600	4	
		Energie: pompage de l'eau	30000				30000	12	
		Total des charges variables	115616	59200	84000		258816	100	
	FIXES	Gardiennage /Irrigation		96000			96000	62	37.6
		Amortissement					30000	19	
		Charges financières					0	0	
		Assurances					0	0	
		Autres (coût d'opportunité de la terre)					30000	19	
		Total des charges fixes		96000		30000	156000	100	
		Total	115616	155200	84000	60000	414816		100
		%	27.9	37.4	20.2	14.5	100		

Tableau 3 : les coûts de revient de la Deglet Nour

Type d'exploitations (à 120 palmiers)		I	II	III	IV
Rendement	**kg/pal**	**90**	**80**	**70**	**50**
	kg/ha	**10800**	**9600**	**8400**	**6000**
Coût de revient DA/kg		**38.4**	**43.2**	**49.4**	**69.1**
Coût de revient €/kg		**0.42**	**0.47**	**0.54**	**0.75**

Source: nos calculs, sous l'hypothèse que les charges totales sont les mêmes, seuls les rendements changent /**1€ =92 DA**

Tableau 4 : l'évolution indiciaire du prix à la consommation de la datte en Algérie

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06
Prix moyen DA/kg	38	55	50	73	102	76	102	134	142	139	155	147	129	126	138	197	194
l'indice 100=1990*	100	145	132	192	268	200	268	353	374	366	408	387	339	332	363	518	511

Source : établi par nous sur la base des statistiques du *MADR.* / * : Calculé par nous

Tableau 5: calcul du coefficient de spécialisation inter produit de l'Algérie et la Tunisie

Désignation	Algérie	Tunisie	France
Production (millions US$) Qi	270,61	133,9	0
Exportation (millions US$) Xi	17,116	93,338	19,48
Importation (millions) Mi	0,154	0,4	55,669
Coefficient de spécialisation inter produit K = 100(Xi-Mi) / Qi	**6,27**	**69,4**	/

Source : chiffres de l'année 2005 de la FAO STAT 2007

Tableau 6 : les dix premiers pays exportateurs de la datte en 2005

Unité: 1000 US$		
Pays	**Valeur**	**%**
Tunisie	93,338	27,3
Iran, Rép. islamique d'	50,435	14,7
Israël	30,820	9,0
Arabie saoudite	20,883	6,1
France	19,485	5,7
Algérie	17,116	5,0
USA	12,264	3,6
Chine	10,777	3,2
Allemagne	5,456	1,6
Égypte	3,735	1,1
Reste du monde	77,679	22,7
Monde	341,986	100,0

Source: Etabli par, sur la base des chiffres de l'année 2005 de la FAO STAT 2007

Tableau 7: les dix premiers pays importateurs de la datte en 2005

Unité: 1000 US$		
Pays	**Valeur**	**%**
France	55,669	14,1
Inde	36,301	9,2
Royaume-Uni	31,568	8,0
Maroc	24,150	6,1
Allemagne	22,710	5,8
Italie	18,850	4,8
Espagne	16,670	4,2
Malaisie	11,709	3,0
Pays-Bas	10,598	2,7
Belgique	7,709	2,0
le reste du monde	133,474	33,8
Total	394,593	100,0

Notes:

1. Nous trouvons crucial de rappeler que cette agriculture a été longtemps victime d'une stratégie du développement axée sur la promotion de ce qui a été nommé par l'industrie industrialisante.
2. Cité par Braz J. 2002, Cf. bibliographie.
3. Cité par Glandières A, 2005, Cf. bibliographie.
4. Cité par Lachaal L. 1998, Cf. bibliographie.
5. Cité par Dumas S. :2005, Cf. bibliographie.
6. La qualité peut être approchée par des facteurs tangibles et intangibles, elle peut être définie par rapport à plusieurs aspects : respect de la sécurité alimentaire, de l'environnement, des préférences et attentes des consommateurs, des modes de production (bio ou conventionnels), de la provenance etc. elle est difficile à mesurer dans le commerce international (CF. Belhaj Hassine N. Salah Matoussi M. 2006, Hallak and Schott, 2005; Khandelwal, 2005; Verhoogen, 2004; Hallak and Schott, 2005; Hummels and Klenow, 2005; Abd-el-Rahman, 1991; Aiginger, (1995, 1997, 2001); Fontagné, Freudenberg and Péridy, 1998).
7. Voir à ce propos: Belguedj M. 2002 : Les ressources génétiques du palmier dattier : caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du sud-est algérien, INRA UR de Biskra, 2002, Alger.
8. Cf. aussi FAO : Etude des principaux marchés européens de la datte et du potentiel commercial des variétés non traditionnelles sur l'URL: www.fao.org/DOCREP/006/Y2745F/Y2745F00.HTM
9. En critiquant la détérioration chronique de l'exportation dattière en Algérie, le ministre de l'agriculture M. S. BARKAT a déclaré au 12 Septembre 2000 que: "l'exportation dattière connaît en Algérie une situation dramatique" selon lui "seulement 2% de la production est exporté" Cf. le Quotidien d'Oran du 13 septembre 2000, p5. Rappelons que le taux de l''export de dattes durant la période 1991-2001=3,21% (le MADR).
10. Dans certaines sources on trouve une autres formule : 100 x (Valeur des exportations nationales de la datte/valeur des exportations mondiales de la datte) / (Valeur des exportations agricoles nationales /valeur des exportations agricoles mondiales). Cette formule dite de Balassa n'a pas été appliquée par manque de données.
11. Il ne suffit plus d'avoir une association, chambre d'agriculture ou de commerce pour dire qu'on est suffisamment organisé, par contre il faut beaucoup de la good gouvernance !
12. Pas forcement par des incitations interdites par l'OMC !
13. l'une des vraies barrières contre les exportations, est le coût élevé de la bureaucratie, ce 'coût de transaction' brise souvent la compétitivité, et réduit les avantages des subventions publiques : «Je ne comprend pas

pourquoi on veut nous imposer de transiter par le port de Bejaia. Que dois-je faire alors si j'ai une commande urgente que je dois expédier par l'aéroport de Tamanrasset ? (…) Nous demandons juste qu'on nous assure une structure de contrôle efficace (…).Pour sortir le secteur de la datte du marasme dans lequel il se débat, il est plus que nécessaire de mettre en place une stratégie claire (…) de renforcer le contrôle de la marchandise sur site et d'assurer un transport maritime efficace qui réponde aux attentes des exportateurs (…) l'Etat devrait son rôle de régulateur et combattre les obstacles qui ont fait fuir de nombreux clients." M. Soltani ,2007 (DG SUDACO unité de conditionnement et d'exportation, issue de l'ex-OND, Cf. son entretien accordé à la BADR info n° : 44-2006 revue professionnelle de la BADR in web : /www.badr-bank.net/2005/Badreinfo44

14. Très rares sont les exportateurs algériens de dattes qui sont certifiés (ISO ou autres normes), ou mêmes ceux qui appliquent un système Haccp. Comment séduire alors les acheteurs exigeants avec une telle réalité ? pire encore, Jusqu'ici aucune datte algérienne n'est labellisée (un projet de création d'une indication protégé est suspendu depuis 2007, alors qu'il été lancé en 2004).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIES

AMEUR M. ET GRACIA A.: Compétitivité des exportations espagnoles de viandes ovine et caprine, options med, CIHEAM.

AKESBI N. (2000) : "Aspects Environnementaux des Accords d'Association Signés entre l'Union Européenne et les pays Méditerranéens non Membres : cas du Maroc" Libre-échange et Environnement, Plan Bleu, Octobre 2000.

BELGUEDJ M. 2002 : Les ressources génétiques du palmier dattier : caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du sud-est algérien, INRA UR de Biskra, 2002, Alger. 15-3

BELHAJ HASSINE N. SALAH MATOUSSI M. 2006 : Compétitivité et qualité des produits : le cas de l'agriculture et de l'agroalimentaire www.aed.auf.org/IMG/**doc**/**Belhadj**_Hassine.**doc**.

BENCHARIF A., RASTOIN J.L. 2007: Concepts et Méthodes de l'Analyse de Filières Agroalimentaires : Application par la Chaîne Globale de Valeur au cas des Blés en Algérie, Working paper N° : 07/2007, CIHEAM-IAMM, UMR MOISA, Montpellier.

BOUËT A, BUREAU J.C., DECREUX Y. ET JEAN S. (2004): La libéralisation Agricoles : Des Effets Ambigus sur les Pays en Développement » La Lettre du CEPII n°236, Juil-Août 2004.

BOUZID A.2007: L'évolution du commerce extérieur des produits agricoles. Essai de construction d'un modèle d'estimation et de prévision, Thèse Magistère INA Alger.

BRAZ J. : Panorama du marché international de la mangue : cas de la filière d'exportation du Brésil, p07, CIHEAM-IAMM, 2002 – 143 p. Thèse Master of Science, IAMM, 2004, Montpellier

CHEVASSUS-LOZZA E. ET GALLEZOT J. (1995) : "La Différentiation des Produits dans la Compétitivité : le Cas de l'agriculture et de l'agroalimentaire français " dans Agro-Alimentaire : une Economie de la Qualité ed. Nicolas F. et E. Valceschini, INRA, Economica 1995, Paris p.253-263.

CORRONS A.L. (2000) : « L'impact de la Libéralisation Euro-Méditerannéenne dans les Echanges Agricoles » Femise Research Program.

CORRONS A.L., BORDA D.R. (2000) : "L'impact de la Libéralisation Euro-méditerranéenne dans les Echanges Agricoles et le Rôle des Ressources Hydriques comme Facteur de Différentiation des Produits " in première conférence du FEMISE, Février 2000, Marseille, Institut de la méditerranée.

DUBOST D. (1991). : Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Thèse de doctorat, université de Tours, France.

REGNAULT H. (1997) "Les Echanges Agricoles : Une Exception dans les relations Euro-méditerranéennes" Monde Arabe Maghreb Machrek, hors série, Décembre 97.

LACHAAL L. (1998) "La compétitivité: Concepts, définitions et applications". In LAAJIMI A., ARFA L.: Les enjeux de la mondialisation et les défis de la compétitivité. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, 2001. //doc.abhatoo.net.ma/doc/IMG/pdf/la_competitivite_concepts_def_apllication.pdf

DUMAS S.,2005 : Analyse comparative de compétitivité : le cas de la filière tomate dans le contexte euro-méditerranéen., Mém. DAA, ENSAR, IAMM, Montpellier.

GLANDIERES A, 2005: qualité et environnement, innovation de produit et dynamique organisationnelle dans l'alimentaire. Thèse de Doctorat d'Économie, Univ. Toulouse I.

MESSAK MR : 2002, le banquier et les paysans : l'autopsie d'une relation de piètre qualité, mém.ing, INA, Alger.

MURPHY K. X. AND ND AUSTIN J.E. 1999 "Agribusiness sector competitiveness: implementing the Right Initiatives". A Guide to Developing Agricultural Markets and Agro enterprises. Washington, USA

Rapport de projet FEM-PNUD AB/ 98/G31 : Gestion participative des ressources génétiques du palmier dattier dans les oasis du Maghreb : analyse diagnostic du secteur du palmier dattier en Algérie, 2003, www.ipegri.cgiat.org/region/cwana

IPGRI 2005, le palmier dattier en Tunisie, le patrimoine génétique, volume 2, p. XI, Rapport de projet FEM-PNUD RAB/98 /G31 2005 Rome.

FAO : Etude des principaux marchés européens de la datte et du potentiel commercial des variétés non traditionnelles, Etude réalisée pour le Groupe des produits horticoles, Service des matières premières et des produits tropicaux et horticoles Division des produits et du commerce international. Janvier 2000, Rome (www.fao.org).
BADRinfo n °: 44-2006 revues professionnelles de la BADR in web : http://www.badr-bank.net/2005/Badreinfo44
Quotidien d'Oran du 13 septembre 2000, p5,
ONS : http://www.ons.dz/themstat.htm
FAO STAT : La base statistique de la FA O : http://faostat.fao.org/.

Abréviations :
APFA : **A**ccession à la **P**ropriété **F**oncière **A**gricole.
CNIS : **C**entre **N**ational de l'**I**nformatique et des **S**tatistiques (**D**irection **G**énérale des **D**ouanes).
DA : **D**inar **A**lgérien.
IAA : **i**ndustrie **a**gro**a**limentaire.
PNDA : **P**rogramme **N**ational de **D**éveloppement **A**gricole.
SAU : Surface Agricole Utile.

LA GESTION PAYSANNE DES RESSOURCES EN EAU DANS LES PALMERAIES TRADITIONNELLES PERIURBAINES DE BISKRA « MAITRISER L'EAU, C'EST MIEUX GERER L'ENSEMBLE DE L'ESPACE AGRICOLE OASIEN »

A.FOUFOU
Doctorant/chercheur, GESTER (Gestion des Sociétés, des Territoires et des Risques)
Adresse électronique : foufouammar@yahoo.fr

RESUME

« La pérennité de l'agriculture traditionnelle à Biskra et dans les autres régions oasiennes ne peut pas se concrétiser sans ressources hydriques abondantes et maîtrisées. Celles-ci exigent des modalités de gestion rigoureuses et adaptées aux conditions du milieu physique, à l'espace parcellaire et aux besoins des cultures.

Partant du fait que l'absence d'une gestion raisonnée et rationnelle de l'eau, mettrait en péril tout un système de production qui a prouvé le mérite d'exister depuis des siècles, depuis trois décennies, le réseau d'irrigation dans les vieilles palmeraies périurbaines de Biskra a subi des transformations rapides, qui se sont concrétisées par l'introduction des pompes électriques de haut débit, la création des forages profonds et la construction de nouveau barrage. En conséquence, les motopompes et les sources à balancier ont disparu à jamais, mais de nouvelles formes de mise en valeur capitalistes sont apparues, alors que l'eau est toujours insuffisante à la parcelle. Cette mobilisation massive de l'eau souterraine et superficielle a provoqué des menaces sur les réserves hydrauliques fossiles et l'équilibre écologique du système oasien.

Vu la richesse hydraulique de la région des Ziban, le problème se situe dans le réseau d'irrigation lui-même (conduites, répartiteurs….) et les méthodes de gestion adoptées à la parcelle, qui ont du mal à s'adapter au rapport disponibilités/besoins pour minimiser les pertes en amont afin d'avoir une eau suffisante en aval.

Par ailleurs, les sources en eau collectives ont montré des capacités d'adaptation étonnantes depuis des siècles avec l'espace, la culture, le climat et la réalité sociale. Cela est constaté à travers les méthodes de partage de l'eau, les tâches d'entretien et de distribution, insaturées par les paysans et qui font l'unanimité. Des méthodes de partage basées sur l'équité, la rigueur, la solidarité et l'entraide à travers l'organisation du tour d'eau en fonction de son origine (source), la taille de la palmeraie, les

associations culturales. Les moyens financiers n'ont jamais un critère d'accès à l'eau, bien que la vente de l'eau agricole soit tolérée par les premiers paysans fondateurs, mais selon des règles régies par des valeurs sociales locales, toute en respectant les producteurs les plus démunis par l'instauration du « Nefk ». Ainsi, nous constatons que plus l'espace est traditionnel, il est davantage polyculture. Des stratégies paysannes basées sur la diversification des cultures sous formes d'association culturales étonnantes, alors que celui de mise de la mise en valeur est moins diversifié en raison de sa tendance marchande, ce qui en partie justifie sa fragilité dans le temps et dans l'espace, bien que l'eau qui lui a été mobilisée soit abondante.
Si l'espace oasien traditionnel s'est maintenu dans le temps et s'est adapté dans l'espace à des contraintes physiques, hydrauliques et économiques, c'est grâce à un savoir-faire paysan irréprochable, qui serait certainement utile pour la nouvelle forme de mise en valeur, car c'est dans la gestion des ressources en eau que la bataille du développement de l'agriculture dans les oasis sera gagnée ou perdue »

Mots clés : *Biskra, espace agricole oasien, ressources en eau, stratégies paysannes, entraide.*

INTRODUCTION

Les systèmes hydrauliques ne sont plus le seul critère pour définir les oasis sahariennes, car les techniques d'irrigation ont profondément évolué. Les rapports qu'ont les Hommes à la terre en tant que bien foncier et au travail agricole ont changé. Cela n'empêche pas la coexistence des systèmes hydrauliques hérités des anciens et adaptés à l'échelle de l'exploitation familiale et à ses parcelles exiguës, à l'image de la gestion adoptée dans les vieilles palmeraies et des modes de partage de l'eau agricole, selon les stratégies paysannes anciennes.
Contrairement à d'autres régions sahariennes profondes, l'espace agricole traditionnel périurbain de Biskra est avantagé par l'abondance des ressources en eau sous deux formes : superficielle et souterraines. L'eau superficielle devient de plus en plus rare au fur et à mesure qu'on s'enfonce dans le Sahara, à l'exception de la présence de quelques oueds qui coulent de manière intermittente, alimentée par les eaux de ruissellement de l'atlas saharien ou des pluies torrentielles. La présence de ces oueds a permis la construction de deux barrages au faubourg de Biskra (Foum El-Gherza et Fontaines des Gazelles)

En revanche, l'eau souterraine dans la zone de Biskra est très abondante grâce aux nappes aquifères qui se superposent dans le sous-sol dans tout le Bas-Sahara. Ce sont des nappes calcaires issues des épisodes pluvieux du

quaternaire. Elles sont peu renouvelables, mais fortement sollicitées dans le cadre des plans de développement agricole actuel.
Les nouvelles formes capitalistes de l'agriculture se sont construites sur la mobilisation massive des ressources naturelles, en l'absence de véritables mécanismes de régulation du rapport terre/culture/eau/climat. La forme traditionnelle ou paysanne a toujours fait de l'équité, le partage et la rationalité, la rigueur, la solidarité, un mode de gestion. Elle a prouvé son mérite d'exister depuis des siècles, contrairement à certaines exploitations capitalistes qui ont disparu après quelques années de leur lancement.

1. Notre champ géographique

Notre étude a fait des palmeraies périurbaines de Biskra un champ géographique. Il s'agit des localités de Chetma, Felliach, Mchounech, Sidi-Okba, Branis. Bien que leur espace agricole soit régulièrement grignoté par les extensions urbaines, elles montrent encore une belle image de résistance à la menace humaine (béton armé, abandon de propriété) et naturelle (conditions physico-climatiques contraignantes). Ce choix est justifié par le fait que ces palmeraies sont sans nul doute confrontées à des contraintes hydrauliques de taille d'une part, elles nous montrent une véritable image d'adaptation, de solidarité, de résistance, de pérennité dans le temps et dans l'espace d'autre part.

1.1. La palmeraie de Felliach

La SAU totale est de 2334,02 ha. Le nombre total d'exploitations est de 822 parmi lesquelles, 449 sont inférieures à 2 ha, soit 55 % du total. Cette palmeraie est homogène, car elle est dominée par des exploitations traditionnelles de petite taille, vieilles et parfois morcelées à cause de l'héritage excessif. Les palmeraies familiales traditionnelles représentent 654 exploitations, avec une superficie de 1794,21 ha et 80 % du nombre total avec une moyenne de 3,5 ha par exploitation. En revanche, celles issues de la mise en valeur sont au nombre de 91 avec une superficie de 419,87 ha et représentant 11 % du nombre total. Quant à celles qui sont collectives et individuelles (ex-coloniales), elles sont au nombre de 45, avec une superficie de 100 ha, soit 5 % du total et une moyenne de 2 ha par exploitation.

1.2. La palmeraie de Chetma

La palmeraie de Chettma est d'une SAU totale de 1756,97 ha, repartie sur 465 exploitations (toute taille confondue). Trois types d'exploitations sont présents : des exploitations traditionnelles familiales qui représentent 228 exploitations, soit une superficie de 708,97 ha et 49 % du nombre total avec une moyenne de 3 ha/exploitation. Des exploitations agricoles collectives et

individuelles (ex-coloniales) qui sont au nombre de 33, soit une superficie de 162,14 ha et 7 % du total avec une moyenne de 5 h/exploitation. Des exploitations APFA (Accession à la Propriété Foncière Agricole) dont le nombre est 157, soit une superficie de 879,86 ha et 33 % du total.

1.3. La palmeraie de Sidi Okba

C'est une des plus grandes palmeraies de Biskra, grâce à son immense superficie et le nombre d'exploitations. La SAU totale à Sidi-Okba est de 10427,08 ha. Le nombre total d'exploitations est de 1157 (toute taille confondue), 836 d'entre elles sont comprises entre 5 et 20 ha.

Les exploitations traditionnelles familiales sont vieilles et gérées par des propriétaires âgés dans la plupart des cas. L'héritage et le morcellement sont l'une des caractéristiques les plus remarquées de cette palmeraie. Leur nombre avoisine les 584 exploitations, soit une superficie totale 5860,82 hectares et 50 % du total, avec une moyenne de 10 ha par exploitation. Les exploitations APFA sont au nombre de 455, soit une superficie de 4459,62 ha et 39 % du total, avec une moyenne de 10 ha par exploitation. Les exploitations EAI et EAC (ex-coloniales) sont au nombre de 22, soit une superficie de 103,80 ha et 2 % du total, avec une moyenne de 5 ha par exploitation. Or, les exploitations qui ont été créées récemment dans le cadre de la GCA (Générale de la Concession Agricole) sont au nombre de 5, réparties sur 50 ha, soit une moyenne de 10 ha par exploitation.

1.4. La palmeraie de Mchounech

La palmeraie de Mchounech est d'une superficie totale de 1113,35 ha. Elle totalise 419 exploitations dont 224 sont inférieures à un hectare, soit 54 % du total. Elle ressemble à celle de Branis (voir ci-après) dans toutes ses composantes (sociales, hydrauliques et agricoles). Elle a été créée au bord de l'oued qui la coupe en deux palmeraies homogènes.

Les exploitations traditionnelles sont orientées vers la polyculture (verger, palmier et maraîchage). Elles sont au nombre de 354, avec une superficie de 641,55 ha, soit 1,8 ha/exploitation. Alors que les exploitations APFA sont au nombre de 47, avec une superficie de 466,80 ha, soit 10 ha/exploitation. En revanche, il n'y a qu'une seule exploitation EAC (Exploitation Agricole Collective) ou ex-coloniale d'une superficie de 4 ha.

1.5. La palmeraie de Branis

La palmeraie de Branis est d'une SAU totale de 3135,40 ha. Le nombre total d'exploitation est de l'ordre de 1104 (toute taille confondue) et 507 d'entre elles sont inférieures à 0,5 ha, soit 46 % du total.

Les exploitations traditionnelles familiales sont au nombre de 1090 et occupent une superficie de 3046 ha, soit 98 % du nombre total et une taille moyenne de 2,7 ha/exploitation. Les exploitations APFA sont de l'ordre de 14 avec une superficie totale de 89,37 hectares et 6,3 ha par exploitation, soit 1,2 % du nombre total.

Figure 1 : L'aspect foncier des palmeraies traditionnelles périurbaines étudiées

Localités	SAU totale	Nbr Total exp	Exploitation traditionnelle			Exploitation ex-coloniale (EAI et EAC)			Exploitation APFA			Exploitations récente GCA et PNDA		
			Nbr	Sup (ha)	%	Nbr	Sup (ha)	%	Nbr	Sup (ha)	%	Nbr	Sup (ha)	%
Felliache	2334,02	822	654	1794,21	80	45	100	5	-	-	-	91	419,87	11
Chettma	1756,97	465	228	708,97	49	33	162,14	5	157	879,86	33	-	-	-
Sidi-Okba	10427,08	1157	584	5860,82	50	22	103,80	2	455	4459,62	39	5	50	0,43
Mchounech	1113,35	419	354	641,55	84,48	1	4	0,23	47	466,80	11,21	-	-	-
Branis	3135,40	1104	1090	3046	98	-	-	-	14	89,37	1,2	-	-	-

Source, DSA Biskra 2006

L'Homme dans cette étude est considéré comme une partie intégrante de l'écosystème oasien au même titre que les composantes de celui-ci. Dans les oasis, son rôle ne se limite pas qu'à la consommation, la production, la pollution ou la destruction, mais il est aussi le régulateur et l'organisateur grâce à son savoir-faire irréprochable, il dispose des capacités de tisser des liens avec les organisations extérieures (État, associations, collègues producteurs).

2. Pourquoi une telle étude ?

Ce travail se propose de répondre à cette question centrale, en étudiant l'aspect social, hydraulique et économique des palmeraies périurbaines de Biskra et les possibilités d'amélioration de l'espace traditionnel. L'analyse sera basée sur les pratiques paysannes et les différentes méthodes ancestrales de partage de l'eau agricole. Celle-ci passe avant la terre dans la hiérarchie des moyens de production dans ces zones. Une gestion paysanne à préserver ou à moderniser ? Telle est la question centrale autour de laquelle notre étude se déroulera.

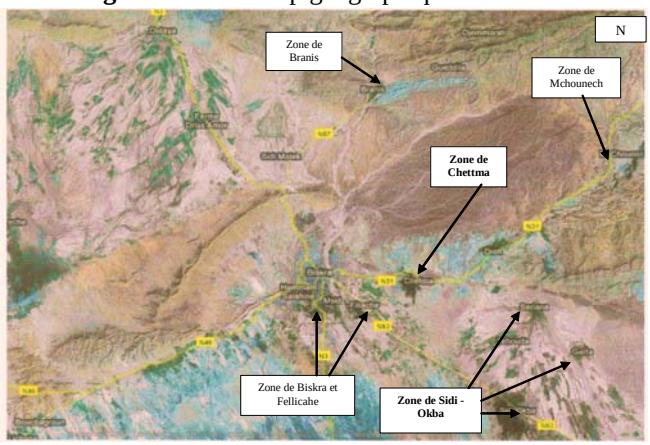
3. Matériel et méthode

La méthode adoptée est basée sur des enquêtes de chacune des palmeraies précitées. La réalisation des enquêtes s'est déroulée sur le terrain dans les palmeraies pour pouvoir constater de près la réalité du terrain et assister aux opérations de distribution du tour d'eau. Les personnes ressources sont les fellahs, les services agricoles et hydrauliques locaux ainsi que les centres de formation et de recherche, située dans la zone de Biskra, chacun selon ses compétences.

Les enquêtes auprès des fellahs ont été réalisées sur la base d'un questionnaire. Les services techniques ont été interviewés en nous servant des fiches d'entretien pré-élaborées alors que les centres de recherche nous servaient comme source précieuse de documentation de spécificité locale.

Durant ce travail de terrain, nous nous sommes servis du support technique et didactique à l'image de la caméra, le dictaphone et l'appareil photo.

Figure 2 : Le champ géographique de l'étude



Source : earth.google.com, 2008 (image modifiée par l'auteur)

4. Résultats et discussion

4.1. Le réseau d'irrigation entre la modernité et la tradition

D'une manière générale, l'appareil d'irrigation dans la zone de Biskra est passé par trois périodes marquantes. La première coïncide avec l'époque coloniale et parfois bien avant. Elle s'est caractérisée par la création de réseaux d'irrigation de base, surtout à destination de grandes palmeraies ainsi que la construction du barrage de Foum El-Gherza et le début de création des forages profonds. La deuxième concerne l'époque de la révolution agraire, durant laquelle, des réseaux hydrauliques nouveaux ont été créés alors que certains ont été totalement abandonnés, y compris les palmeraies. La troisième est celle de l'APFA et les nouveaux plans de développement qui se sont succédé, durant lesquels des surfaces agricoles ont été créés et de nouvelles logiques hydrauliques se sont imposées

La création des palmeraies de type traditionnel remonte parfois au début du siècle dernier. Leur réseau d'irrigation date logiquement de cette époque. Certaines palmeraies ont préservé les mêmes modes de partage de jadis à l'exception des points d'eau qui ont été modernisés à cause de leur tarissement ou leur dégradation dans le temps. Les palmeraies traditionnelles de Chettma et Felliache sont un exemple parfait.
Cela est aussi vrai pour les palmeraies de Branis et Mchounech et leur réseau d'irrigation gravitaire à ciel ouvert dont la source est l'oued (provenant des eaux de ruissellement des montagnes de l'atlas saharien). Le réseau est resté intact tel qu'il a été créé par les premiers paysans qui ont habité la localité, aussi bien au niveau de l'acheminement de l'eau vers la parcelle qu'au niveau des modalités de partage et des tours d'eau qui restent fiables dans le temps et dans l'espace. Dans les deux cas, nous pouvons assister à une mixité hydraulique unique dans son genre.

Il n'en demeure pas moins que la politique agricole réservée à des zones comme Biskra présente certaines incohérences et parfois un déséquilibre flagrant, car il est étonnant de voir des vieilles palmeraies périurbaines ayant montré leur mérite d'exister, dépourvues de réseau d'irrigation rénové, bien que leur poids économique est incontestable. Parallèlement, de nouveaux périmètres bénéficient de moyens financiers colossaux, d'aide directe de l'État et des réseaux hydrauliques parfois individuels. Ces nouveaux espaces n'ont pas suffisamment prouvé leur capacité d'adaptation et de réussite.

4.2. Les réseaux d'irrigation vers l'individualisation ou le collectivisme ?

Habituellement, les oasis traditionnelles se concentrent sous forme de palmeraies intensives. Cette composition a nécessité la création d'un appareil d'irrigation collectif, permettant l'arrosage régulier des systèmes de cultures, y compris le palmier dattier. L'état d'une palmeraie se mesure à l'état de son appareil d'irrigation (conduites, points d'eau et répartiteurs). Cela nous conduit à la question des statuts des sources d'irrigation, ainsi que le contrôle que l'État exerce sur les ressources en eau, qu'elles soient souterraines (nappes aquifères) ou superficielles (barrages et oueds).

La manière dont les points d'eau sont exploités dépend en grande partie du statut juridique de la palmeraie à laquelle ils sont destinés. Deux types de source d'eau sont présents dans la zone d'étude. Il s'agit des points d'eau individuels et collectifs. Les sources d'eaux collectives se concentrent surtout dans les palmeraies traditionnelles, alors que les points d'eau individuels sont présents dans les nouveaux périmètres irrigués ou dans les palmeraies rénovées.
La source d'eau assurant l'irrigation de la palmeraie de Chettma a été en partie rénovée en amont, à travers la construction des conduites en béton enterrées dans certains endroits. En revanche, au niveau du système de distribution, rien n'avait changé, car le mode de partage et les tours d'eau sont restés fidèlement intacts. Il en est de même pour les palmeraies dont l'eau d'irrigation provient des oueds et des barrages, à l'image de Mchounech et Branis et la plaine de Sidi-Okba.

Contrairement à ces deux catégories précitées, les sources d'irrigation dont l'État est propriétaire se trouvent notamment dans les exploitations ex-coloniales ou les EAI et les EAC, car la terre est propriété publique et elle est incessible et indivisible. Comme ces exploitations de superficie moyenne à grande se trouvent souvent concentrées dans les plaines fertiles et faciles d'accès, les sources d'irrigation sont des forages profonds, parfois exploités collectivement. D'autre sont individuelles, lorsque l'exploitation est de grande taille.
Les sources d'irrigation souterraines individuelles et privées quant à elles, sont en réalité des forages de création nouvelle où l'État est un observateur. Sa présence se résume à des subventions financières et à des autorisations à la création des nouveaux forages et des bassins dans le cadre du PNDA et de GCA.

Hormis les barrages, le rôle de l'État dans l'entretien de l'appareil d'irrigation est marginal. Il se limite au contrôle des ressources en eau souterraines à travers les réglementations rigoureuses, ainsi que les

financements partiels des factures d'électricité. Par contre, il n'a aucune intervention dans les processus de gestion et de partage des tours d'eau, car ceux-ci restent la mission interne des oasiens, que ce soit pour l'eau d'oueds, sources artésienne ou forages. C'est également le cas pour les opérations d'entretien et de rénovation réalisées par les producteurs. Les fellahs confient l'argent nécessaire à un trésorier, en l'occurrence l'agriculteur qui s'occupe du réseau d'irrigation et la distribution de l'eau. Ce dernier dispose des moyens financiers issus des cotisations des fellahs exploitant les sources en question, du pouvoir juridique et morale qui lui permet d'intervenir en toute légalité à tout moment pour réparer une digue, remplacer une conduite par soi-même ou en faisant, s'il s'avérait nécessaire, appel à la main d'œuvre temporaire.

4.3. Les modes de partage des ressources en eau sont régis par des règles ancestrales

La diversité des ressources hydrauliques dans les Ziban, joue en faveur des producteurs et leurs palmeraies. Chaque type de sources d'eau nécessite un appareil d'irrigation approprié, une méthode de gestion particulière et un mode de partage spécifique. Les palmeraies traditionnelles se distinguent des périmètres capitalistes par des méthodes de partage et d'organisation particulière du tour d'eau. Les exploitations ex-coloniales (EAC et EAI) et les plantations de création nouvelle ou rénovées sont souvent équipées de forages (collectifs ou individuels), dotés de pompage électrique. Les débits sont importants, ce qui permet souvent de stocker l'eau dans des bassins de 100 m^3 construits dans le cadre du PNDA. Dans le cas des forages à exploitation collective, chaque exploitant dispose d'un nombre d'heures défini en fonction de la superficie de l'exploitation, le nombre de palmier et la présence des cultures intercalaires.

Une autre catégorie d'exploitation est présente, avec d'autre méthode de partage et de gestion de l'eau d'irrigation. Il s'agit des vieilles palmeraies qui ne sont pas encore rénovées, mais sont dotées d'un forage ancien avec un système de pompage. La nappe phréatique est la plus exploitée dans ce type de palmeraie. Le débit est faible à cause du manque d'entretien du forage, ce qui rend la quantité d'eau acheminée à la parcelle limitée et insuffisante. Le tour d'eau est géré par le « Mennaâ » dont la mission est de s'occuper de l'ouverture du forage et la distribution de l'eau. Au niveau de l'exploitation, chacun s'occupe de l'irrigation de sa parcelle en respectant le nombre d'heures attribué. Dans ce type de palmeraies, le manque d'eau et l'irrégularité du tour d'eau est l'une des contraintes auxquelles les exploitations sont confrontées.

4.3.1. Les méthodes ingénieuses à Chettma sont uniques !

La palmeraie de Chettma est dotée d'une source d'eau qui jaillit sous pression. Elle parcourt plus de 3 km avant l'arrivée à la palmeraie, afin qu'elle soit prise en charge par le responsable de l'eau ou le « Mennaâ » de toute la localité.

La nouvelle source a été créée en 1952 par tous les producteurs du village en faisant un volontariat ou « Touiza ». Ce mode d'entraide reste toujours d'actualité dans les palmeraies traditionnelles lors de l'entretien et certains travaux agricoles de grande ampleur. La source d'eau est devenue opérationnelle en 1954, après les travaux manuels pénibles d'aménagement de tout le réseau d'irrigation qui approvisionne toutes les palmeraies. La source d'eau est artésienne, ce qui rend l'eau agricole moins chère et à la portée de tous les producteurs sans exception (il n'y a pas de paiement d'électricité). La palmeraie de Chettma est très vieille, elle est grande en superficie, où la mission de la gestion et de la distribution de l'eau est complexe.

Jadis, la gestion de l'eau était confiée à une personne du village. Ce dernier a eu ce savoir-faire des autres responsables plus âgés ou « Mennaâ ». La transmission de ce savoir-faire nécessite un accompagnement de plusieurs mois, voire quelques années pour que toutes les informations, les méthodes de gestion et les cas de litige soient appris par le nouveau responsable. Vu les calcules mathématiques, les noms complexes que chaque tour d'eau porte, le nom des propriétaires des exploitations et la part qui revient à chacun, le nouveau Mennaâ est obligé de rédiger et de noter toutes les procédures et les méthodes, ainsi que les parts et la répartition de l'eau dans le temps et dans l'espace. Ce registre sera gardé précieusement par le Mennaâ, car ce sera la référence de toute la gestion de l'eau dans l'oasis en question. Une copie est confiée au maire de la commune.

Actuellement, c'est un homme de 45 ans qui a pris le relais très jeune (depuis 1974). Il a été désigné par l'ensemble des producteurs du village, qui estimaient que ce dernier est un homme de confiance et apte à poursuivre la mission après le décès du responsable précédent.

Lors de la prise de fonction du nouveau Mennaâ, un jeune apprenti du village est désigné pour l'accompagner afin de leur apprendre ce savoir-faire si précieux, car en cas de décès ou de maladie, la gestion de l'eau serait assurée régulièrement selon le rythme habituel par l'apprenti avec l'aide des producteurs. Le Mennaâ est rémunéré régulièrement chaque année en automne, après la vente de la récolte par les producteurs. Son salaire est estimé en 2006 à 100,000 DA/mois.

4.3.2. Le tour d'eau et la gestion de l'irrigation sont d'une équité parfaite et fascinante

La répartition de l'eau s'opère dans la conduite qui se trouve dans l'enceinte de la palmeraie du village, elle a été aménagée pour répondre à des besoins multiples et divers, sur le plan quantitatif (volume d'eau) et temporel (le tour d'eau en heure d'irrigation). La conduite est gravitaire. Elle est dotée de nombreux répartiteurs (ouvertures) jusqu'à l'exploitation la plus éloignée du village, afin d'assurer l'approvisionnement en eau de toutes les parcelles.

Dans la palmeraie de Chettma, il y a 17 tours d'eau. Chacun porte un nom différent de l'autre. Par exemple, le tour de « Saïd », c'est un nom qui porte le nom d'un ancien propriétaire d'une palmeraie. Chaque tour ou « Nouba » assure l'irrigation d'un ensemble d'exploitations qui se trouvent dans la même aire géographique.
Le tour de Saïd signifie que toutes les exploitations de l'Est de Chettma sont concernées par l'irrigation, pour lequel les agriculteurs bénéficiaires commencent à guetter l'eau en comptant les jours et les nuits pour ne pas manquer leur « Nouba », car les secondes sont comptées par le responsable de l'eau. Sachant que la plus petite unité du tour d'eau porte le nom de « Tounsia » qui dénombre 22 minutes et 30 secondes.
Deux Tounsias ou une Kharrouba compte 45 minutes
1h, 30 : Tmen ou 1/8 ou 1h,30
2h 15 : Tmen et Kherrouba
3h : Rbeï ou 1/4 qui dénombre 3 heures
3h, 45 : Rbeï et Kherraouba ou (1/4 et Kherrouba)
4h, 30 : Teltemen ou 1/3
5h et 15 : Teltemen et Kherrouba
6h : Ness ou 1/2 qui dénombre 6 heures
6h, 45 : Ness et Kherrouba ou 1/2 et Kherrouba
7h, 30 : Khems Tmens ou 5/8
8h, 15 : 5 Tmen et Kherrouba
9h : 6 Tmens ou 6/8
9h, 45 : 6 Tmens et Kherrouba ou 6/8 et Kherrouba
La nouba dénombre 12 heures ou 16 Kherroubas
2 Noubas valent à une Wejba qui dénombre 24 heures.

De ce fait, la distribution de l'eau est soumise à des calculs mathématiques complexes. Elle se base sur des parts revenant à toutes les exploitations : les grandes et les petites. Ces parts sont apprises par cœur par le « Mennaâ », à tel point que nous avions du mal à le suivre lorsqu'il a commencé à les citer, avec une vitesse et une précision étonnante. Cette image forte montre un savoir-faire ancestral, qui fait de l'équité et la rigueur une méthode de gestion et de partage de l'eau dans toutes oasis traditionnelles.

L'autorité et la fermeté du « Mennaâ » sont nécessaires dans toutes les procédures de gestion et de partage de l'eau agricole, puisqu'une mission de telle complexité ne sera accomplie que lorsque l'objectif principal est atteint. Il s'agit de donner à chacun sa juste part. Ceux qui n'en ont pas, auront tout de même le droit d'irriguer leur plantation, en sollicitant le « Nefkh »

4.3.3. « Nous n'avons pas besoin d'être riches pour avoir de l'eau agricole » : une gestion solidaire, unique dans son genre

Il est nécessaire d'évoquer les dispositions mises en place par le monde oasien pour faire face à ce type de difficultés financières. Il s'agit d'une image de solidarité et d'entraide unique dans son genre qui se résume au « Nefkh », qui signifie le gonflement ou des parts d'eau supplémentaires.

Le « Nefkh » est un tour d'eau supplémentaire qui a été instauré par le comité de village. Il dure 24 heures. Il vaut une « Wejba », avec 5 seguias. Pour chaque seguia il y a 8 heures, ce qui donne un total de 80 parts. Il a été instauré par l'ensemble des propriétaires en présence du maire de la commune en tant que témoin. Le « Nefkh »est destiné aux petits propriétaires qui n'ont pas de tour d'eau ou ne peuvent pas en payer. Ceci concerne également ceux dont la part qui leur revient est insuffisante pour l'irrigation de la totalité de leur exploitation. En réalité, le « Nefkh » est un don pour lequel les petits producteurs bénéficiaires ne paient rien en contre partie. Il dure 2 jours qui se rajoutent aux 15 jours habituels de toute la palmeraie de Chettma. Ceci est une image de solidarité insolite et unique, dans une société paysanne et un espace traditionnel qui ne cessent pas de nous étonner.

4.3.4. Le commerce de l'eau agricole est une tradition paysanne

En plus de sa valeur sociale et agricole, l'eau dans les palmeraies traditionnelles a une valeur financière non négligeable, dans la mesure où les besoins de certaines palmeraies sont insatisfaits soit à cause de l'extension des surfaces agricoles ou à cause de la création de nouvelles plantations autour de la palmeraie traditionnelle, en gardant la même source d'irrigation et le même débit. Logiquement, l'organisation de la distribution de l'eau tient compte de ces changements au sein de la structure spatiale et parcellaire de toute l'oasis puisant son eau de la source en question.

Pour faire face à cette situation complexe, la vente de l'eau a été tolérée par les producteurs et les autorités des communes, afin de venir en aide aux producteurs dont les besoins en eau sont en nette progression, soit pour les raisons précitées ou à cause de la présence des cultures intercalaires exigeantes en eau et qui se rajoutent à celles du palmier dattier. Ceci nous fait poser la question suivante : sachant que le tour d'eau est limité et précis, il s'étale sur une période de 15 jours ouvrables habituels et 2 jours pour le « Nefkh », d'où vient l'eau d'irrigation à vendre ?

Dans les vieilles oasis, certains propriétaires, surtout les jeunes héritiers, ont abandonné leurs propriétés en quittant définitivement le village vers les zones urbaines et en changeant d'activité. En revanche, leur tour d'eau ne sera pas abandonné dans la mesure où il leur rapporte un capital non négligeable. Ils s'intéressent au profit que la vente d'eau rapporte, plus qu'à la palmeraie et le travail de la terre. Une jeunesse fascinée beaucoup plus par le profit que le travail de la terre.
Leur tour d'eau sera déclaré à vendre dans le village aux enchères, pour que tous les propriétaires du village soient informés. La vente pourrait être définitive (à vie), alors que certains montrent leur méfiance en louant leur part pendant un temps connu et limité. La part la plus importante qui a été vendue à vie dans la commune de Chettma en 2004 est une Nouba qui dénombre 12 heures à un prix de 80,000,000 DA.
Par ailleurs, ceux qui achètent une palmeraie, ils sont obligés de l'acheter avec son tour d'eau, car sans ce dernier, la valeur de l'exploitation est affaiblie. Le nom du tour d'eau et le nombre d'heures d'irrigation doivent être mentionnés sur l'acte de vente pour éviter toutes sortes de litige.

4.4. Le cas de Felliach est aussi unique malgré la modernisation de la source d'eau

La palmeraie de Felliach est aussi traditionnelle dans la gestion de l'eau agricole. Elle est basée sur des modes de partage comparables dans la rigueur et l'équité avec ceux pratiqués à Chettma. La source d'eau actuelle est un forage qui a remplacé depuis une quarantaine d'années l'eau de l'oued issue des retenus et des faux barrages, ce qui permettait à l'eau de prendre les Seguias construites sur les deux rives. L'une à droite, portait le non de Felliachia et l'autre à gauche sous le nom de Bekria. Une source d'eau artésienne (Aïn Betchili) renforçait ces deux seguias durant les périodes sèches, pendant laquelle l'écoulement de l'oued devient faible. Cette source d'eau artésienne se trouvait entre El-Alia et Chettma (2 km environ).

Depuis la création du barrage de la Fontaine des Gazelles en amont, l'eau est devenue rare dans l'oued de Biskra, ce qui a révolté dans un premier temps les fellahs. En conséquence, un forage à proximité de la palmeraie de Felliach a été créé. C'est l'entrée en vigueur du paiement direct de l'eau agricole à travers la facture d'électricité. C'est aussi le début des pannes électriques et les dysfonctionnements de l'appareil d'irrigation, en provoquant ainsi des irrégularités du tour d'eau. Ce sont en réalité les signes d'un déséquilibre annoncé au sein d'un espace conçu pour être traditionnel, mais productif et pérenne. Jadis, les frais liés à l'irrigation se limitaient au paiement du « Mennaâ » et aux cotisations occasionnelles pour l'entretien

de la conduite et les répartiteurs. C'est le type de changement imposé que les producteurs craignaient lorsque les nouvelles idées productivistes s'imposent de force dans une paysannerie séculaire, sans apporter un véritable confort, ni à l'espace agricole ni aux fellahs.

Hormis la source d'eau, qui a été remplacée par un forage, les producteurs ont préservé authentiquement la conduite de jadis, à l'image des bassins de distribution, des répartiteurs, des modes de partage et de gestion du tour d'eau. Dans le bassin de distribution par lequel la conduite principale passe, les producteurs ont installé une barre métallique horizontale, réglée au millimètre près, au-dessus de laquelle l'eau coule vers les conduites secondaires et les exploitations à irriguer.
L'outil de mesure de la quantité d'eau revenant à chacun correspond à la largeur de la poignée « Lekza » de la main sur la barre métallique. Ceci est en fonction de la superficie et le nombre de palmier de chacun. Pour éviter que la poignée soit différente d'un tour à l'autre, ils ont désigné « Mennaâ » permanent, à l'image de l'oasis de Chettma. Il est à souligner que la seguia de Felliach, comprend 16 poignées ou « Lekzas » partagées par une bonne centaine de producteurs.

La vente des tours d'eau à Felliach est aussi récurrente. Elle est notamment due au déficit hydrique chez certains producteurs, car le Nefkh n'y est pas instauré. La procédure de vente se passe en toute transparence dans la place du village après la prière d'El-Asr (après midi) ou le Berrah (celui qui annonce dans toutes les ruelles du village que telle part d'eau est à vendre) prend sa mission. Une partie des revenus de cette vente sera récupérée par le trésorier du comité du village pour l'entretien du réseau d'irrigation et non au paiement de la facture d'électricité.

4.5. La gestion des eaux des oueds a aussi des méthodes particulières : cas de Branis et Mchounech

Branis et Mchounech sont deux localités qui constituent de grandes oasis traditionnelles. En l'absence quasi-totale des forages, l'eau agricole est gravitaire et d'origine des oueds, qui font la richesse en eau des palmeraies se trouvant sur les deux rives et les vallées. La gestion de l'eau d'irrigation est soumise à des pratiques et des méthodes traditionnelles fondées sur l'équité et la solidarité paysanne, tout comme les zones rurales périurbaines, évoquées précédemment. L'acheminement des eaux consiste à dévier l'eau des oueds, grâce à des digues en sable et en béton afin de permettre à l'eau de suivre les seguias cimentées qui se positionnent sur les deux rives. L'eau est abondante sur une bonne partie de l'année, grâce au ruissellement des montagnes de l'atlas saharien, excepter les périodes sèches (de mai à septembre) durant lesquelles le débit des oueds baisse. Cela impose aux

producteurs des restrictions ou prolongation du tour d'eau, dont les conséquences seront néfastes sur le palmier et les strates herbacées.

Les seguias sont gérées par les producteurs eux-mêmes, selon les modes de partage évoqués précédemment. Puisque les fellahs connaissent le jour et l'heure de leur tour d'eau, le jour venu, ils s'en occupent eux-mêmes. Ce mode de gestion fait l'unanimité entre les fellahs. En cas de litige, ce qui est assez rare, c'est le comité de producteur qui sera saisi pour apporter une solution par consentement mutuel. À part les frais d'entretien des conduites et des répartiteurs, l'eau agricole des oueds est gratuite. Tout au long de l'oued, des paires de seguia apparaissent pour acheminer l'eau vers les parcelles sur les deux rives, en donnant ainsi une belle image de partage et d'économie d'eau, car les palmeraies qui se trouvent plus bas (en aval) auront aussi leur part d'eau.

L'eau du barrage et les méthodes de gestion

La plaine de Sidi Okba et les palmeraies des localités voisines sont irriguées par l'eau du barrage Foum El-Gheurza grâce à un système d'acheminement particulier. Les conduits parcourent quelques kilomètres avant d'atteindre les palmeraies. Elles sont en béton et enterrées sur une longue distance, ce qui évite les pertes par évaporation et par infiltration.

Le partage de l'eau à la parcelle est soumis à des règles locales ressemblant dans l'équité, la rigueur et la solidarité à celles évoquées auparavant. Chaque producteur s'occupe de son tour d'eau selon un calendrier qui fait l'unanimité entre les fellahs. Tous disposent d'une part proportionnelle à la superficie de leur exploitation et la richesse intercalaire. Les pertes d'eau sont faible, que ce soit au niveau des conduites (séguias) ou au niveau de la parcelle, vu le débit important et maitrisable au niveau des vannes du barrage.

CONCLUSION

La richesse hydraulique dans les Ziban est incontestable, grâce aux eaux souterraines (nappes fossiles peu renouvelables) et superficielles (oueds, pluies et barrages). L'espace agricole se résume à deux formes ; l'une traditionnelle et l'autre productiviste et capitaliste. Notre étude a fait des palmeraies traditionnelles périurbaines un champ géographique et de la gestion paysannes des ressources en eau un sujet de traitement. L'eau agricole dans ces localités est d'une valeur sociale, spirituelle et financière considérable, vu l'importance qui lui a été accordée par les fellahs et la société traditionnelle dans son ensemble.

L'espace parcellaire dans ces zones a été conçu de telle sorte que les pertes soient infimes, grâce à une occupation du sol intensive (cultures étagées). Ceci est appuyé par l'instauration des modes de partages adéquat à l'espace en question, à l'origine de l'eau agricole et au débit de celui-ci. La diversité culturale ne fait pas de doute dans ces palmeraies, car ce système de production, en plus de sa vocation familiale, était toujours marchand, mais non productiviste.

Le vieillissement des palmeraies, le morcellement, le changement générationnel et les contraintes physico-climatiques, ont infligé à cet espace séculaire, qui a prouvé le mérite d'exister, des dommages d'ordre économique, financiers et sociaux, mais aussi des transformations parfois profondes, dont l'adéquation avec la réalité du milieu est toujours contestée par les scientifique et par les fellahs eux-mêmes. Ces changements parfois radicaux sont observés dans les nouveaux périmètres, avec une mobilisation excessive des ressources en eau, à tel point que certains néo-agriculteur qui espèrent avoir des points d'eau forage individuels, car d'autres l'en ont déjà. Bien que les surfaces agricoles soient conséquentes, l'eau aurait dû être gérée autrement et aurait pu être moins mobilisée, puisque les réserves souterraines sont peu renouvelables.

Nos analyses ont abouti au fait que le déficit hydrique à la parcelle, ne met pas en cause les modes de partage et l'organisation paysanne du tour d'eau, car les pertes sont infimes au niveau de la parcelle. Or, au niveau des conduites, parcourant des distances importantes souvent à ciel ouvert, les pertes sont très importantes, notamment durant les périodes sèches à cause de l'intensité de l'évaporation. C'est alors que les besoins du palmier dattier sont importants, vu le stade végétatif de la fructification et du grossissement du fruit.

Quant aux pertes par infiltration enregistrées à la parcelle, elles sont minimes, car l'espace est densément occupé et la distance parcourue par l'eau dans la parcelle est réduite.

De ce fait, toute action de réhabilitions ou de rénovation de l'espace traditionnel, doit tenir compte de la spécificité parcellaire, hydrique, sociale et économique du milieu. Par ailleurs, il n'existe que deux moyens pour

économiser l'eau dans les oasis sahariennes (toute forme confondue). Il s'agit d'arrêter le gaspillage ou diminuer la consommation. Les deux sont possibles dans un milieu qui n'a jamais été fragile à l'origine, mais qu'il est fragilisé par l'Homme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BISSON Jean 2003 : Mythes et réalités d'un désert convoité, « Le Sahara », Edit l'Harmattan, Paris, 479 p.
COTE M 1998a : Des oasis malades de trop d'eau ? Sécheresse, numéro spécial oasis, 9,2, pp 123-130.
COTE M 2005 : La ville et le désert : Le Bas-Sahara algérien ; Edit IREMAM-Karthala, ISBN, 2-84586-6, pp 13-26.
DIRECTION DES SERVICES AGRICOLES DE LA WILAYA DE BISKRA 2006 : Schéma directeur de développement agricole, DSA, Biskra, 17 p.
DOLLE V, FERRYM et TOUTAIN G, 1988 : Situation des systèmes oasiens en régions chaudes, Options Méditerranéennes, Edit CIHEAM, 1989, pp 7-15.
DUBOST D et MOGUEDET G 2002 : « La révolution hydraulique dans les oasis impose une nouvelle gestion de l'eau dans les zones urbaines », Méditerranée, n° 3-4, Aix-en-Provence, pp 15-20.
FARHI A 2000 : « Biskra : de l'oasis à la ville saharienne », Méditerranée, n° 3-4, Aix-en-Provence, pp 77-82.
MINISTERE DE l'AGRICULTURE ET LE DEVELOPPEMENT RURAL 2005 : « Statistiques agricoles » : Superficies et productions, série b, Edit, MADR, DSASI, Alger, pp, 1-45.
Site internet : http://earth.google.com

LA PRATIQUE DE L'IRRIGATION LOCALISEE : EXEMPLE D'UNE ZONE IRRIGUEE SAHARIENNE

S. AZEBAOUI [1], S.BEDRANI [2] ,O.BOUAZOUNI [3] , F.BOUZAHZAH [4] , Z. GORMA [4]

1-Attachée de Recherche,CRSTRA
2- Chef de Division, CRSTRA,Directeur de Recherche INA – CREAD Alger
3- Chercheur CREAD Alger
4-Chercheurs CRSTRA

RÉSUMÉ
Sur la base d'une enquête effectuée en 2007 auprès d'un échantillon représentatif des agriculteurs d'El Ghrouss (Biskra), nous tentons de donner des éléments de réponse aux questions de savoir quelle est l'importance de l'irrigation localisée (appelée aussi technique du goutte à goutte) et pourquoi certains agriculteurs la pratiquent et d'autres ne la pratiquent pas. L'analyse de l'enquête montre que la pratique de cette technique s'est fortement répandue depuis 2000, avec l'augmentation significative des subventions à la ferme, et est principalement liée à l'âge et l'instruction des exploitants, à l'importance de leur patrimoine et à leur perception du degré d'abondance future (ou de rareté) de l'eau d'irrigation. Le niveau d'information des exploitants sur les avantages techniques et économiques de l'irrigation localisée et sur la possibilité de bénéficier de subvention ne semble pas jouer de rôle dans son adoption.

INTRODUCTION

Dans un pays comme l'Algérie, caractérisée par l'aridité de son climat et la rareté de ses ressources hydriques économiquement mobilisables, il est de peu d'utilité de s'étendre longuement sur la nécessité impérieuse d'économiser les eaux mobilisées, qu'elles soient utilisées par l'agriculture ou par les autres secteurs de l'économie, ou par les ménages (consommation domestique). L'intérêt est donc évident de s'interroger sur la pratique de la technique de l'irrigation localisée (goutte à goutte) par les agriculteurs, d'autant plus que l'agriculture est le principal secteur consommateur d'eau avec environ 80 % de l'eau mobilisée dans le pays. L'irrigation localisée permet une économie d'eau de 50 à 70 % par rapport à l'irrigation gravitaire et de 30 % par rapport à l'aspersion) et l'utilisation de la ferti-irrigation. Elle contribue à une augmentation des rendements, de l'ordre de 20 à 40 % et à l'amélioration de la qualité des productions maraîchères. Le système de

ferti-irrigation localisée assure une meilleure efficience de l'utilisation de l'eau et des engrais entraînant ainsi une réduction des pertes de solutions nutritives par lessivage et par conséquent une diminution de la pollution des nappes phréatiques par les engrais. Par rapport aux autres systèmes d'irrigation, la technique du goutte à goutte permet une baisse des dépenses en énergie utilisée dans le pompage, une réduction du coût de la main d'œuvre impliquée dans les opérations de l'irrigation et de la fertilisation, et une baisse des quantités d'eau et d'engrais utilisées. Malgré ces avantages indéniables, cette technique reste inappliquée chez beaucoup d'agriculteurs. Pourquoi certains agriculteurs l'utilisent et certains autres ne l'utilisent pas ? Comment inciter les agriculteurs ne l'ayant pas adoptée à le faire ? Telles sont les questions auxquelles tente de répondre ce papier à travers l'exploitation d'une enquête réalisée en 2007-2008 auprès des agriculteurs de la commune d'El Ghrouss (wilaya de Biskra), après avoir donné l'importance de l'irrigation localisée dans la commune d'El Ghrouss.

1. L'échantillon enquêté

La population mère de laquelle a été tiré l'échantillon est constituée par les exploitations agricoles de la commune d'El Ghrouss. La liste des exploitations a été communiquée par les services agricoles de la subdivision agricole d'El Ghrouss. De cette liste comprenant 1710 exploitations, un échantillon de 10 % a été tiré de façon aléatoire.

L'enquête s'est déroulée durant la période de janvier à mars 2007.

2. Les hypothèses retenues

Pour expliquer l'adoption ou la non adoption du goutte à goutte par les agriculteurs, on a choisi de retenir les hypothèses suivantes :

a) L'adoption de l'irrigation localisée (goutte à goutte) s'est faite massivement après l'an 2000, grâce aux subventions accordées pour l'adoption de cette technique par les agriculteurs. Cela s'explique par le fait que le plan national de développement agricole (PNDA) mis en application en 2000 a été le premier plan mettant massivement l'accent sur les systèmes d'irrigation économes en eau.

b) Plus l'agriculteur possède de superficie plantée en palmiers adultes, moins il utilise l'irrigation localisée. Cette hypothèse se fonde sur des entretiens informels avec un certain nombre d'agriculteurs, entretiens au cours desquels ces derniers affirmaient que le système de goutte à goutte ne permettait pas d'apporter suffisamment d'eau au palmier adulte et qu'à la limite ce système

n'est efficace que pour les jeunes plantations (qui ne demandent pas de doses élevées d'eau).

c) La principale cause de la non adoption de l'irrigation localisée est la faiblesse financière des exploitants. Sur ce plan, les deux indices qui peuvent renseigner sur cette aisance financière dans notre enquête sont l'importance foncière de l'exploitation et la propriété d'un forage ou d'un puits. On en déduit donc les hypothèses suivantes :
    a. Plus il y a de parcelles dans une exploitation agricole plus il y a adoption du goutte-à-goutte. La possession d'un grand nombre de parcelles est l'indice d'une grande exploitation donc d'un patrimoine important qui pourrait autoriser un investissement dans le goutte à goutte. Cependant, on peut aussi faire l'hypothèse que plus la superficie de l'exploitation est grande, moins est pratiquée l'irrigation localisée. Cette hypothèse se fonde sur une autre hypothèse qui affirme que le coût de l'investissement empêche l'équipement de superficies importantes, surtout en l'absence d'un système de crédit performant et de l'aversion des agriculteurs à hypothéquer leurs biens pour emprunter.
    b. La propriété d'un forage favorise probablement l'adoption de la technique d'irrigation localisée. En effet, on peut penser qu'un agriculteur assez aisé pour se payer un forage doit avoir les moyens financiers de s'offrir un équipement d'irrigation.

d) Plus le chef le d'exploitation est jeune et instruit plus il y a adoption de l'irrigation localisée. Le niveau d'instruction favorise l'utilisation de cette technique d'irrigation moderne et l'abandon des techniques traditionnelles. Cette hypothèse se fonde sur les travaux de Diederen (2003), Marra (2002) et DeSouza et al. (1993), qui ont démontré que plus les agriculteurs sont jeunes, disposant d'un niveau d'instruction plus élevé, plus il leur est facile d'assimiler et d'employer les nouvelles techniques dans leurs exploitations.

e) Plus le travail familial est important moins il y a adoption du goutte-à-goutte. L'irrigation localisée permet de faire une grande économie de main-d'œuvre mais son coût d'acquisition est élevé. La disponibilité d'une force de travail familiale nombreuse – et gratuite - permet de faire l'économie de cet investissement.

f) Plus la ressource en eau est estimée abondante par l'exploitant, moins il y'a pratique de l'irrigation au goutte-à-goutte.

L'abondance de l'eau – réelle ou supposée – fait renoncer à la dépense dans l'irrigation localisée.

g) Parmi les principales causes de la non adoption de la technique d'irrigation localisée, la faiblesse des ressources financières des exploitants semble être dominante.

h) Le niveau d'information est un indice discriminant entre ceux qui pratiquent l'irrigation localisée et ceux qui ne la pratiquent pas. Moins les agriculteurs sont informés, moins ils pratiquent l'irrigation localisée. Deux informations sont importantes : celle concernant les avantages techniques et économiques du GàG et celle sur la possibilité de bénéficier d'une subvention pour acquérir l'équipement. On peut supposer que les agriculteurs n'ayant pas adopté le GàG sont moins informés sur les avantages de celui-ci que les agriculteurs l'ayant adopté (en particulier pour ce qui est de l'accroissement des rendements).

i) Malgré l'existence de l'information sur les possibilités de subvention, beaucoup d'agriculteurs irrigants ne font pas de demande en ce sens.

3. Vérification des hypothèses

a) L'enquête montre qu'au moment où elle a été réalisée, 68 % des agriculteurs d'El Ghrouss pratiquaient l'irrigation localisée (goutte à goutte). Cette importance extraordinaire est à comparer avec la faiblesse de l'adoption de cette technique dans le Nord du pays à la même époque. Ainsi une enquêté faite en 2007 sur le périmètre du Hamiz (wilaya de Boumerdès) - où les agriculteurs connaissent pourtant une pénurie grave d'eau d'irrigation - montre que seulement 12 % des 120 agriculteurs enquêtés (constituant un échantillon représentatif des exploitations irriguées du périmètre du Hamiz) utilisent cette technique (Salhi et Bédrani, 2007). s'est faite massivement dans la commune d'El Ghrouss après l'an 2000, grâce aux subventions accordées à cette technique (tableau 1).

Tableau 1. Date de l'adoption de l'irrigation localisée à El Ghrouss selon la taille de l'exploitation

	Taille des exploitations pratiquant le G à G	**Nombre d'exploitations**	**% d'exploitations**
Avant 2000	0 à 1ha	3	2,59
	1 à 2 ha	3	2,59
	2 à 5ha	1	0,86
	Plus de 5ha	0	-
Après 2000	0 à 1ha	43	37,07
	1 à 2 ha	29	25,00
	2 à 5ha	29	25,00
	Plus de 5ha	08	6,90
Totale		116	100,00

Source : Enquête 2007-2008

On notera que les résultats de l'enquête démontrent également que l'augmentation du taux d'utilisation de la technique en question est surtout le fait des exploitations ayant une superficie de 0 à 1ha, avec un taux de 40%. Ceci s'explique sans doute par le coût élevé lorsqu'il s'agit d'équiper d'importantes superficies en kits de G à G.

b) Plus l'agriculteur possède de superficie plantée en palmier, moins il utilise l'irrigation localisée.

Pour vérifier cette hypothèse, on a classé les 222 parcelles que renferment les 171 exploitations enquêtées selon la culture (ou la combinaison de cultures). Il apparaît que l'hypothèse semble être partiellement confirmée puisque sur les 121 parcelles ne supportant que des palmiers 51 sont irriguées au goutte à goutte alors que 59 le sont en gravitaire (cf. tableau 2). Pour vérifier correctement cette hypothèse, il aurait fallu avoir l'âge des palmiers sur chaque parcelle, ce qui ne figure malheureusement pas dans les données de l'enquête. On notera que pour les deux systèmes de culture dominants (palmier et maraîchage), la technique de l'irrigation localisée est prépondérante dans le maraîchage (71 % des parcelles supportant du maraîchage), l'irrigation gravitaire l'emportant dans la phœniciculture (49 % des parcelles supportant des palmiers).

Tableau 2. Technique d'irrigation utilisée selon la culture pratiquée par parcelle

Culture ou combinaison de culture	Nombre de parcelles irriguées par				
	Aspersion	G à G	G à G + Gravitaire	Gravitaire	Total
Céréale		2		1	3
Maraîchage	1	55	11	11	78
Olivier		2			2
Palmier	1	51	10	59	121
Palmier + Arboriculture		3		2	5
Palmier + Céréales		1			1
Palmier + Maraîchage		3	9		12
Total	2	117	30	73	222

Source : Enquête 2007-2008

c) La faiblesse financière des exploitants – dont on suppose qu'elle s'exprime par la faible superficie de l'exploitation et/ou la non possession d'un forage ou d'un puits - explique la faible adoption de la technique du goutte à goutte. Plus la superficie de l'exploitation est grande, moins est pratiquée l'irrigation localisée. Cette hypothèse est infirmée : ce sont les exploitations agricoles les plus grandes qui irriguent le plus de parcelles. Comme le montre le tableau 3, les exploitations de moins de 3 ha irriguent 50 % de leurs parcelles par la technique du goutte à goutte, ce pourcentage étant de 56 % pour les exploitations de plus de 3 ha.

Tableau 3. Techniques d'irrigation selon la taille de l'exploitation agricole

Tranche de SAU	Nombre de parcelles irriguées par				Total des parcelles	Parcelles en G à G en %	
	G à G	G à G + Gravitaire	Gravitaire	Aspersion			
0- 0,5 Ha	14	4	6	1	25	56%	50%
0,5 - 1 ha	23	3	12		38	61%	
1 - 1,5 ha	37	5	33		75	49%	
1,5 - 3 ha	17	10	16		43	40%	
3 -5 ha	15	8	5	1	29	52%	56%
5 - 10 ha	7		4		11	64%	
+ 10 ha	1				1	100%	
Total	114	30	76	2	222	51%	

Source : Enquête 2007-2008

i. Plus il y'a de parcelles dans une exploitation agricole plus il y a adoption du goutte-à-goutte. La possession d'un grand nombre de parcelles est l'indice d'une grande exploitation donc d'un patrimoine important qui devrait autoriser un investissement dans le goutte à goutte. Cette hypothèse complète la précédente. Elle confirme que les exploitations ayant le plus de parcelles (donc sans doute les plus grandes) pratiquent davantage que les autres la technique d'irrigation localisée (tableau 4).

Tableau 4. Exploitations pratiquant le goutte à goutte selon le nombre de parcelles

Nombre de parcelles par exploitation	Nombre d'exploitations	Nombre d'exploitations		
		Ne pratiquant pas l'irrigation localisée	pratiquant l'irrigation localisée	Pratiquant %
1	131	54	77	59%
2	35	4	31	89%
3	4		4	100%
4	1		1	100%
Total	171	58	113	66%

Source : Enquête 2007-2008

ii) La propriété d'un forage et/ou d'un puits favorise probablement l'adoption de la technique d'irrigation localisée. En effet, on peut penser qu'un agriculteur assez aisé pour se payer un forage doit avoir les moyens financiers de s'offrir un équipement d'irrigation économe en eau. Cette hypothèse est confirmée par l'enquête ainsi que le montre le tableau 5 ci-dessous. Quand le forage est individuel, le nombre de parcelles irriguées au goutte à goutte est plus important (58 % des parcelles) que lorsqu'il s'agit d'un forage utilisé collectivement (48 %). L'écart est encore plus important quand on fait le calcul en additionnant les parcelles irriguées au goutte à goutte avec les parcelles irriguées de façon mixte (goutte à goutte + gravitaire) (73 % et 61 %).

Tableau 5. L'adoption de la technique du goutte à goutte selon la propriété individuelle ou collective du forage

Alimentation par	Nombre de parcelles irriguées par :				Nombre total de parcelles	1/5 en %	(1+2)/5 en %
	G à G	G à G + Gravitaire	Gravitaire	Aspersion			
	1	2	3	4	5		
Forage collectif							
Non	71	18	42	1	132	54%	67%
Oui	43	12	34	1	90	48%	61%
Total	114	30	76	2	222	51%	65%
Forage individuel							
Non	75	20	59	1	155	48%	61%
Oui	39	10	17	1	67	58%	73%
Total	114	30	76	2	222	51%	65%

Source : Enquête 2007-2008

d) Plus le chef le d'exploitation est jeune et instruit plus il y a adoption de l'irrigation localisée.

i. Effectivement, le niveau d'instruction favorise l'utilisation de cette technique d'irrigation moderne et l'abandon des techniques traditionnelles. Le tableau 6 montre, effectivement, que les parcelles des exploitants des niveaux secondaire et supérieur sont plus massivement irriguées au goutte à goutte (61 et 60 %) que les parcelles des exploitants ayant un niveau primaire ou n'ayant aucune instruction formelle (44 % et 46 %).

ii. Plus les agriculteurs sont âgés moins ils adoptent l'irrigation localisée. Inversement plus ils sont jeunes plus adoptent le goutte à goutte. Cette hypothèse se trouve fortement vérifiée pour les tranches d'âge extrêmes comme le montre le tableau 7 ci-dessous (tranches d'âge 20-29 ans et 70 ans et plus). Elle se trouve aussi confirmée – mais de façon moins nette - si on ne compare que les deux tranches d'âges "20-49 ans" et "50 ans et plus".

Tableau 6. L'adoption de l'irrigation localisée selon le niveau d'instruction du chef d'exploitation

Niveau d'instruction	Nombre de parcelles irriguées par :				Nombre total de parcelles	1/5 en %	(1+2)/5 en %
	G à G	G à G + Gravitaire	Gravitaire	Aspersion			
	1	2	3	4	5		
Sans instruction	48	12	42	2	104	46%	58%
Primaire	8	3	7		18	44%	61%
Moyen	30	8	16		54	56%	70%
Secondaire	19	4	8		31	61%	74%
Supérieur	9	3	3		15	60%	80%
Total	114	30	76	2	222	51%	65%

Source : Enquête 2007-2008

Tableau 7. L'adoption du goutte à goutte selon l'âge

Age des exploitants	Nombre de parcelles irriguées par :				Nombre total de parcelles	1/5 en %	(1+2)/5 en %
	G à G	G à G + Gravitaire	Gravitaire	Aspersion			
	1	2	3	4	5		
20-29 ans	12	3	5		20	60%	75%
30-39 ans	23	10	14	1	48	48%	69%
40-49 ans	31	5	16		52	60%	69%
50-59 ans	20	4	16	1	41	49%	59%
60-69 ans	23	6	16		45	51%	64%
70 ans et +	5	2	9		16	31%	44%
20-49 ans	66	18	35	1	120	55%	70%
50 ans et +	48	12	41	1	102	47%	59%
Total	114	30	76	2	222	51%	65%

Source : Enquête 2007-2008

e) Plus le travail familial est important moins il y'a adoption du goutte-à-goutte. Selon cette hypothèse, l'irrigation localisée permettrait de faire une grande économie de main-d'œuvre mais son prix est élevé. La disponibilité d'une force de travail familiale nombreuse permettrait de faire l'économie de cet investissement. Le tableau 8 montre que cette hypothèse est infirmée. Dans les exploitations où le travail salarié domine, l'adoption de l'irrigation

localisée est plus dominante (61 % des parcelles) que dans les exploitations où c'est le travail familial qui domine (39 % des parcelles)[3].

Tableau 8. L'adoption du Goutte à Goutte selon l'importance du travail familial

Type de travail	Nombre de parcelles irriguées par				Nombre total de parcelles	1/5 en %	(1+2)/5 en %
	G à G	G à G + Gravitaire	Gravitaire	Aspersion			
	1	2	3	4	5		
Familial	64	34	64	4	166	39%	59%
Familial + Salarié	298	74	195	0	567	53%	66%
Salarié	94	12	45	4	155	61%	68%
Total	456	120	304	8	888	51%	65%

Source : Enquête 2007-2008

f) Plus la ressource en eau est estimée abondante par l'exploitant, moins il y'a adoption de la technique du goutte-à-goutte. L'abondance de l'eau – réelle ou supposée – fait renoncer à la dépense dans l'irrigation localisée. Cette hypothèse n'est que légèrement infirmée. En effet, 49 % des parcelles des exploitants déclarants souffrir du manque d'eau sont irrigués au goutte à goutte alors que 53 % des parcelles de ceux déclarant l'eau suffisante sont irrigués par cette technique (cf. tableau 9). On peut donc en conclure que le sentiment d'insuffisance des ressources hydriques pour l'irrigation - ou le sentiment inverse d'abondance de l'eau - n'incitent ni l'un ni l'autre à l'adoption de la technique d'irrigation localisée.

Par contre, l'hypothèse est confirmée quand on examine la réponse à la question sur le sentiment des agriculteurs quant à la rareté future de l'eau. Ici, parmi ceux qui ne pratiquent pas l'irrigation localisée, on ne trouve qu'un faible pourcentage qui croit que l'eau sera rare à l'avenir (15 %), le pourcentage étant beaucoup plus élevé (38 %) chez les agriculteurs pratiquant l'irrigation localisée (cf. tableau 10).

[3] Le nombre de parcelles dans le tableau 8 est supérieur au nombre de parcelles que comportent les 171 exploitations (222). Dans le questionnaire le type de travail est donné par parcelle et pour les travaux suivant : travail du sol, semis, désherbage, récolte. Si tous ces types de travaux sont faits par des travailleurs familiaux, la parcelle sera comptabilisée 4 fois dans la rubrique "travail familial". Si sur cette même parcelle, par exemple, le travail de récolte est fait avec des salariés, la parcelle est comptée une fois dans la rubrique "travail salarié".

Tableau 9. Sentiment d'abondance ou d'insuffisance et pratique de l'irrigation localisée.

L'eau d'irrigation est jugée :	Nombre de parcelles irriguées par				Nombre total de parcelles	1/5 en %	(1+2)/5 en %
	G à G	G à G + Gravitaire	Gravitaire	Aspersion			
	1	2	3	4	5		
Insuffisante	38	9	30		77	49%	61%
Suffisante	66	19	38	2	125	53%	68%
Pas de réponse	10	2	8		20	50%	60%
Total	114	30	76	2	222	51%	65%

Source : Enquête 2007-2008

Tableau 10. Que pensent les deux catégories de la rareté future de l'eau ?

Eau sera de plus en plus rare à l'avenir selon les adoptants du G à G		Eau sera de plus en plus rare à l'avenir selon les non adoptants du G à G	
Nombre	%	Nombre	%
44/116	38	8/55	15

Source : Enquête 2007-2008

g) La principale cause de la non adoption de l'irrigation localisée est la faiblesse financière des exploitants. C'est ce qu'indique le tableau 11 : 56% des enquêtés n'ayant pas adopté l'irrigation localisée invoquent comme principale raison de la non adoption l'insuffisance de leur budget. Cette hypothèse est confortée par le fait que presque 50 % des agriculteurs souhaiteraient une subvention à 100 % pour adopter la technique d'irrigation localisée (tableau 12). On notera cependant que 17 % de ces enquêtés donnent comme raison leur absence de compétence en matière d'irrigation localisée. La généralisation du goutte à goutte implique donc un plus grand accès des agriculteurs au crédit d'investissement et un effort plus significatif en matière de vulgarisation de la part à la fois des services de vulgarisation de l'Etat et des vendeurs d'équipement d'irrigation. De façon complémentaire, on peut avancer que l'information sur les possibilités de subvention existe largement puisque disent être informés 94 % des agriculteurs pratiquant le G à G et 93 % des agriculteurs ne la pratiquant pas.

Tableau 11. Raisons invoquées par les non adoptants de G à G

Principales raisons invoquées	Nombre d'exploitations	% d'exploitations
Ne sais pas m'en servir	9	17
Coûteux pour mon budget	30	56
Difficulté à se procurer les équipements	1	2
Inadaptées aux cultures que je pratique	4	7
Inadapté au type de sol	3	6
Manque de rentabilité de cette technique	0	-
Aides de l'Etat insuffisantes	0	-
Aides de l'Etat difficiles à obtenir	07	13
Total	54	100,00

Source : Enquête 2007-2008

Tableau 12. Le niveau de subvention souhaité pour adopter le G à G selon les deux catégories

Niveau de subvention souhaité	Niveau de subvention souhaité chez les adoptants du G à G		Niveau de subvention souhaité chez les non adoptants du G à G	
	Nombre	%	Nombre	%
50%	50	43	27	49
75%	09	8	03	5
100%	57	49	25	46
totale	116	100	55	100

Source : Enquête 2007-2008

h) Le niveau d'information est un indice discriminant entre ceux qui pratiquent l'irrigation localisée et ceux qui ne la pratiquent pas. Cette hypothèse n'est pas vérifiée. En effet, le tableau 13 ci-dessous montre qu'adoptants et non adoptants ont à peu de choses près le même niveau d'information pour ce qui est des avantages techniques et économiques de l'irrigation localisée, sauf pour les effets sur les rendements et la ferti-irrigation où le pourcentage d'informés chez les non adoptants est moindre mais relativement significatif. De la même façon, les deux groupes d'agriculteurs ont le même niveau d'information en ce qui concerne la subvention de l'irrigation localisée (cf. tableau 14).

Tableau 13. La perception de l'utilité de l'irrigation localisée par les adoptants et les non adoptants de cette technique.

	Nombre d'exploitations adoptants		Nombre d'exploitations non adoptants		Nombre d'exploitations		% de OUI par rapport au nombre total du groupe*	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Adoptants	non adoptants
Economie d'eau	114	70,37	48	29,63	162	100	98%	87%
Permet d'étendre la superficie irriguée	85	71,43	34	28,57	119	100	73%	62%
Diminue le temps de travail pour l'irrigation	111	70,7	46	29,3	157	100	96%	84%
Diminue les coûts de l'énergie pour le pompage	97	71,85	38	28,15	135	100	84%	69%
Permet l'accroissement des rendements	73	76,84	22	23,16	95	100	63%	40%
Permet de mieux utiliser l'engrais	95	74,22	33	25,78	128	100	82%	60%

*Le groupe des adoptants est formé de 116 exploitations et celui des non adoptants de 55 exploitations.
Source : Enquête 2007-2008

Tableau 14. L'information sur la subvention du G à G par l'Etat

	Exploitations adoptant		Exploitations non adoptant	
	nombre	%	nombre	%
Sait que l'Etat subventionne le goutte à goutte	109	94	51	93

Source : Enquête 2007-2008

i) Malgré l'existence de l'information sur les possibilités de subvention, beaucoup d'agriculteurs irrigants ne font pas de demande en ce sens. Cette hypothèse est vérifiée dans le tableau 15 ci-dessous. Cela s'explique par plusieurs facteurs qui se conjuguent pour convaincre certains agriculteurs du caractère vain des efforts qu'ils pourraient faire pour obtenir une subvention :

ii. Absence de ressources pour financer la quotte part à la charge de l'agriculteur,

iii. Difficulté ou refus d'accès au crédit bancaire,

iv. Complexité des procédures pour la demande de subvention. Ce dernier point explique sans doute pourquoi certains agriculteurs pratiquant l'irrigation localisée ont acquis leurs kits d'irrigation localisée sans recourir à la subvention.

Tableau 15. Les demandes de subventions de G à G chez les adoptants et les non adoptants

Nombre de demandeurs de subventions chez les adoptants du G à G		Nombre de demandeurs de subventions chez les non adoptants du G à G	
Nombre	%	Nombre	%
67/116	58 %	10/55	18 %

Source : Enquête 2007-2008

CONCLUSION

La région de Biskra – en particulier la commune d'El Ghrous – est celle qui a vu la plus grande extension de l'irrigation localisée en Algérie. Malgré cela, cette technique reste encore non appliquée par un grand nombre d'agriculteurs. Les causes principales de cet état de fait semblent être par ordre d'importance :

- Les faibles capacités financières de certains exploitants,
- La réticence de certains exploitants âgés à se mettre à cette technique relativement nouvelle,
- Le faible niveau d'instruction et de formation qui freine son adoption,
- Le sentiment de beaucoup d'agriculteurs que l'eau ne sera jamais rare à l'avenir.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DIEDEREN P, VAN MH, & ARJAN W, & KATARZYNA B, 2003" Innovation Adoption in Agriculture; Innovators, Early Adopters and Laggards" *Cahiers d'économie et sociologie rurales*, (67) 30-50.

DESOUZA G, DOUGLAS C, & TIM P. 1993 "Factors Affecting the Adoption of Sustainable Agricultural Practices In *Agricultural and Resource Economics Review*, (22) 159-165.

MARRA M, DAVID J. PANNELL, GHADIM A, 2002 " The economics of risk, uncertainty and learning in the adoption of new agricultural technologies: where are we on the learning curve?" Agricultural Systems (75) 215–234.

Salhi S & Bédrani S, 2007. "Détermination de l'adoption de l'irrigation localisée (goutte à goutte) par les agriculteurs : cas du périmètre du Hamiz." *In Cahiers du CREAD, n° 81-82, 2007.*

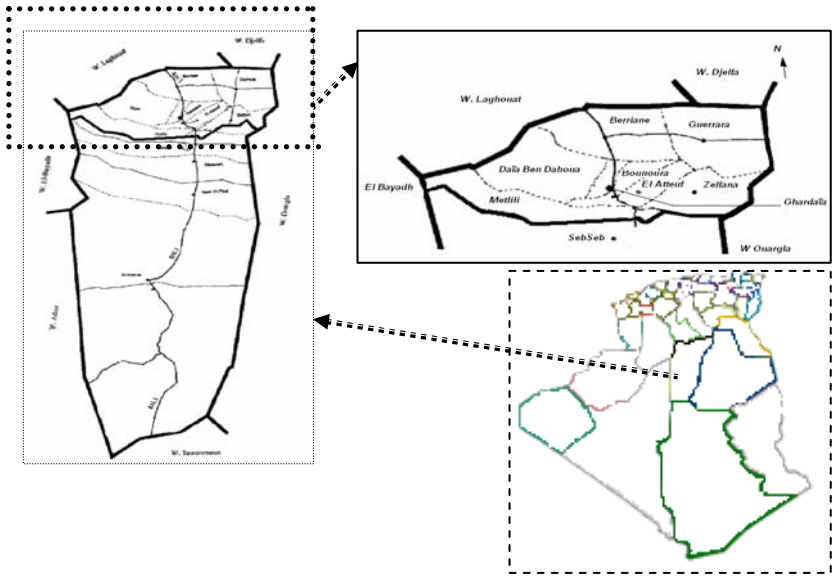
CARACTERISATION D'UN AGRO SYSTEME OASIEN : VALLEE DU M'ZAB ET GUERRARA (WILAYA DE GHARDAÏA)

B. KHENE,
D.S.A wilaya de Ghardaïa khenebachir@yahoo.fr

RESUME
L'agriculture oasienne caractérisée par ses écosystèmes souvent fragiles, mais recelant des potentialités avérées à travers des générations, peut-elle persister dans une économie de marché? Quelles sont les contraintes qui entravent l'émergence d'un (ou des) système(s) de production oasien(s) amélioré(s) et intensif(s) dans la région de Ghardaïa ? Comment lever ces contraintes ? Le présent travail propose une étude de caractérisation des systèmes de production oasiens existants dans la région, d'en analyser la dynamique et d'en prévoir les évolutions. Sept systèmes de production ont été identifiés, avec une variabilité dans les ressources, les stratégies et les marges d'amélioration. Il a été également identifié des tendances évolutives positives, pouvant être davantage consolidées, pour peu que soient réunies, les conditions d'un encadrement efficace sur les plans technique, financier et organisationnel, en vue de la prise en charge effective de ces systèmes de production, qui font face à un défi d'ordre existentiel**.**
Mots clés: région naturelle M'zab – agro systèmes oasiens - système de culture- systèmes de production

SUMMARY :
Oasis agriculture, characterized by its often fragile ecosystems, but concealing potentialities proven through the generations, can it persist in a market economy? Which are the constraints which impede the emergence of improved and intensive oasian systems of production in the area of Ghardaïa? How to overcome these constraints? This work propose a study of characterization of the oasian systems of production existing in this area, with the object of analyze their dynamic and forecast their evolution. It was identified, seven systems of production, with a variability in the resources available, the strategies implemented and the margins of improvement available. It was also identified positive evolutionary tendencies, can be more consolidated, for little which are joined together, conditions of a effective technical, financial and organizational framing, for the effective revival of these systems, which meet an existential challenge.
Key words: Saharan area - oasis systems - biological agriculture- farming system- breeding

Figure : carte de situation de la zone d'étude



- Source: DPAT / Ghardaïa 2005

I - LA REGION D'ETUDE

La « **région naturelle saharienne** » (RNS) du M'zab est l'une des 14 RNS définies par l'étude du plan directeur général pour le développement des régions sahariennes (PDGDRS) de 1998.

Elle s'étend sur 8.656.000 hectares. La zone d'étude y représente 22% soit 1.870.500 hectares. Dans cette zone l'agriculture occupe 527 165 hectares, répartis entre 517 289 hectares de parcours pastoraux (98%) et 9 880 hectares de terres cultivables (2%). L'étude BNEDER a identifié un potentiel de 75 810 hectares susceptibles d'être mis en valeur, soit 4% du territoire de la région.

Deux types de mise en valeur coexistent dans la zone:

- **Mise en valeur péri oasienne** : exploitations de 1 à 4 ha en moyenne, en extension des anciennes palmeraies par un système oasien amélioré (irrigation localisée, plantation structurée).
- **Mise en valeur d'entreprise** : fermes agricoles de 200 ha et plus, basées sur la nappe albienne, mécanisation importante, l'irrigation est localisée. Cheptels ovin et bovin souvent importants.
- **Structure foncière :** les petites exploitations de moins de 2 hectares domine la structure foncière (68%) et seulement 1% des exploitations

avoisinent les 10 hectares. En effet, 6 009 exploitations couvrent 9 880 hectares.

II - APPROCHE ET METHODOLOGIE

2.1 - Argumentation du choix de l'approche

Selon Jouve (1993) ; la caractérisation du système de production permet de rendre compte du fonctionnement global de l'exploitation. Celle-ci étant considérée comme un système (un tout organisé), son étude requiert le recours à ce qui est appelé « approche systémique »: caractérisation de structure, étude de fonctionnement et de dynamique.

Celle-ci permet, selon LASRAM (1990), d'établir une classification des exploitations en groupes homogènes, où le site de l'oasis n'a que peu d'importance, laquelle approche permet un diagnostic plus précis de la situation et de mieux cibler les actions de développement.

ABABSA (1997), souligne l'intérêt de la connaissance de la diversité des systèmes de production, qui permettra de comprendre l'activité agricole dans une région et d'en saisir la dynamique de développement.

2.2 - JUSTIFICATIFS POUR LA ZONE D'ETUDE

Il est relevé à travers de nombreuses références bibliographiques, qu'en dépit d'un avis largement partagé, quant à l'intérêt et l'importance des études traitant de l'analyse des systèmes de production en zones oasiennes, néanmoins les travaux en la matière restent insuffisants, souvent incomplets ou même inexistants selon la région considérée.

Dans ce cadre DOLLÉ (1990), note que l'analyse des différentes composantes des systèmes de production oasiens est un exercice peu pratiqué par les structures de recherche et de développement qui se consacrent aux zones arides.

- FERRY et al. (1999), rapportent que les études sur les systèmes de production oasiens, tout en les qualifiant d'essentielles pour formuler des propositions de recherche et de développement, restent encore assez préliminaires et méritent d'être développées.
- Les travaux qui traitent de l'analyse des systèmes de production oasien, se font le plus sentir en Algérie et encore plus spécifiquement pour la région du M'zab qui, malgré d'infimes tentatives, en fait cruellement défaut.
- La région d'étude connaît, à l'instar des autres régions sahariennes, des mutations tout aussi qualitatives que quantitatives du contexte agricole dans sa globalité. Cet état de fait est induit par l'ampleur du mouvement de mise en valeur qui, durant les années quatre vingt dix, a connu les péripéties de la l'introduction massive des céréales irriguées sous pivots et qui amorce, ces dernières années, un changement radical d'option vers d'autres systèmes de production à base de palmier dattier et de cultures spéculatives.
- Quel(s) système(s) doivent instaurer, consolider et reproduire les néo - exploitations , actuellement en mutation et les exploitations futures, afin de

faire l'économie des déboires des anciens systèmes oasiens façonnées -il est vrai- dans des contextes et pour des objectifs totalement différents.
Partant de ces considérations notre objectif est, d'analyser les systèmes de production oasiens existants dans la Région Naturelle Saharienne du M'zab (RNS) qui couvre le territoire des 13 communes que compte la wilaya de Ghardaïa.
A cet égard ABABSA (1997), considère qu'une appréhension rationnelle et raisonnée des oasis dans leur diversité, leur fonctionnalité effective ou potentielle doit obéir aux enracinements et aux prolongements naturels spécifiques à chaque type d'oasis.

2.3 - METHODE ET INSTRUMENTS

La stratification de l'espace étudié en trois niveaux d'intervention : Région – Palmeraie – Exploitation (la méthode du « sablier » de l'INRA / France). Celle-ci articule l'étude d'une région agro écologique sur trois niveaux d'analyse, correspondant à trois échelles différentes:

- La 1ère phase de diagnostic régional, est la définition de l'espace d'étude à savoir la RNS de Ghardaïa. Représentation brute de la région.
- La 2ème phase consiste, pour pouvoir observer l'espace géographique avec plus de détails, à découper la région en zones homogènes, une ou un groupe de palmeraies.
- Durant la 3ème phase, sera abordée la diversité structurelle et fonctionnelle des exploitations oasiennes à l'intérieur de ces palmeraies.

En guise d'instrument d'intervention, nous avons opté pour l'outil "enquête" sur la base d'un guide d'entretien élaboré spécifiquement sur un échantillon stratifié de 109 exploitations (2.22% des 4 936 exploitations existantes).
Selon ABABSA (1997) et LASRAM (1990), le procédé "enquête" et les données détaillées qui en découlent, permettent d'établir des classifications affinées des systèmes de production pratiqués dans une région.

III - SYSTEMES DE PRODUCTION OASIENS IDENTIFIES

L'analyse de la situation, fait ressortir que la région d'étude recèle une diversité des systèmes de production. La typologie, décrite ci-dessous, fait état des spécificités de sept systèmes de production identifiés à travers une double caractérisation Structurelle et Fonctionnelle
Par ailleurs, si l'évolution des différents types d'exploitations, semble être prévisible en fonction de l'analyse de la situation présente et la prédiction de la situation future, néanmoins, les délais de réaction et donc d'accomplissement de cette évolution sont difficilement mesurables.

3.1 - Système oasien marginal (SPO1)

C'est un système de production en crise, majoritairement localisé dans les anciennes palmeraies marginales, fortement morcelées et dans un état de dégradation avancé. Ces palmeraies sont caractérisées par des accès

difficiles, des plantations denses non structurées et une forte urbanisation, aussi bien à l'intérieur qu'à leur périphérie.

- Caractéristiques principales

Ce sont des micro exploitations de moins d'un hectare en moyenne. Les exploitants généralement sont âgés et la main d'œuvre est familiale. La conduite technique est sommaire. Le déficit en eau est chronique. Les palmiers, dans leur majorité denses et d'âge avancé sont mal entretenus, dominées par les variétés à faible valeur marchande. La production de légumes ainsi que élevage sont réduits et destinés à l'autoconsommation.

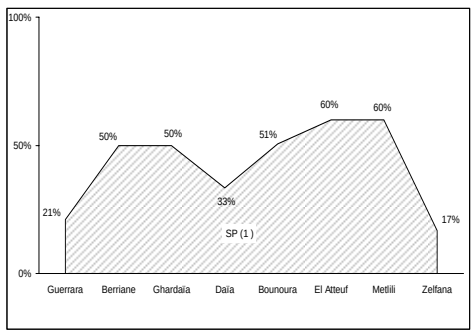
L'assolement typique est caractérisé par une superficie technique de moins de 71% de la superficie exploitable: 57% plantations pérennes (dont 45% phœnicicole), 14% de maraîchage.

- Importance

Plus rencontré dans la Vallée, il représente de 50 à 60% des exploitations selon les communes.

- Stratégie et Evolution

La stratégie mise en œuvre dans ce système de production tourne autour d'une réduction extrême de charges avec comme conséquence une production faible et aléatoire.



Graphique n°1: Importance du SPO1

L'évolution de ces exploitations est tributaire des moyens mobilisables par leurs propriétaires. Selon les situations, on rencontre des cas de délaissement, de stagnation ou de remise à niveau.

- Dans le cas des propriétaires à moyens financiers limités, deux tendances peuvent avoir lieu :

- La tendance au délaissement, essentiellement, engendrée par le morcellement des propriétés entre les héritiers. Les nouvelles micro parcelles, économiquement non rentables et donc ne justifiant aucun effort supplémentaire d'investissement. A terme, cela conduit à la vente du foncier et / ou le changement de la vocation agricole.
- La tendance au maintien et la stagnation, avec l'engagement d'un minimum d'efforts (matériel et financier), pour assurer un entretien sommaire des plantations en vue d'une production minimale, essentiellement dattière, destinée à l'autoconsommation.

- Dans le cas des propriétaires disposant de revenus diversifiés et de moyens importants, on peut prévoir trois options simultanément mises en œuvre à des degrés variables:

- L'option qui consiste en un remembrement des exploitations par l'achat d'autres parcelles avoisinantes avec de nouveaux investissement, encouragés par les possibilités offertes de rentabilité de ces structures de production relativement agrandies.
- L'option vers la remise à niveau des exploitations d'origine, par une séries d'actions telles que : le fonçage de puits, l'installation de réseau d'irrigation localisée, le rajeunissement des plantations, l'orientation à la rentabilité par la pratique intensive de certaines cultures (légumes sous serres, condiments, fleurs), de petits élevages et autres activités (camping, gîte rural, …).
- L'option du maintien de ces exploitations, après remise en état, en guise de jardins de loisirs et résidences familiales, où la vocation agricole devient économiquement secondaire.

3.2 - Système oasien à base de "maraîchage" (SPO2)

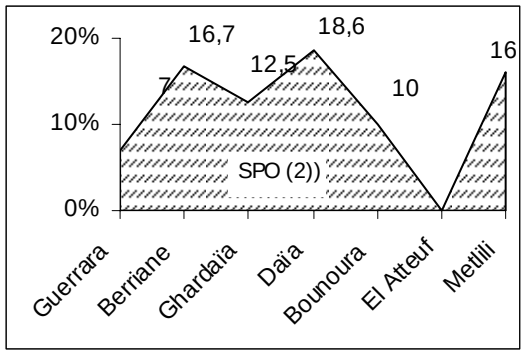
C'est un système de production " semi Intensif ", localisé à moins de 10 km en moyenne des agglomérations, à proximité d'une demande quotidienne en produits maraîchers frais.

- Caractéristiques principales :

La taille des exploitations entre 02 à 3 hectares, la superficie technique du fait de la succession des cultures d'hiver et d'été, est importante (129% par rapport à la superficie de l'exploitation). L'irrigation est traditionnelle par submersion avec des gaspillages d'eau. Les plantations phoénicicoles à des densité variant de 80 à 140 pieds à l'hectare, souvent délaissées au profit des cultures maraîchères. L'arboriculture est secondaire. Les problèmes phytosanitaires sont récurrents.

L'élevage, caprin et ovin, avec des effectifs moyens n'excédant pas 10 têtes, est destiné à l'autoconsommation et la valorisation des résidus de récoltes.
Les exploitants (40 – 50 ans), assurent une présence continue de la main d'œuvre familiale, avec le recours aux ouvriers saisonniers d'appoint. De par leur proximité des marchés, ces exploitations sont relativement intégrées au marché par la commercialisation de légumes et de dattes.
L'assolement est caractérisé par une part importante 69 % de maraîchage, suivi par le palmier (31%). Les cultures fourragères sont négligeables.

– Importance :
Représenté à travers six des huit communes de la zone
(75% de la zone). Sauf à Zelfana et El Atteuf.
- Stratégie et Evolution : Maximiser la rentabilité par une augmentation de la productivité et une intégration accrue au marché à long et moyen termes (Intensification et perfectionnement technique).

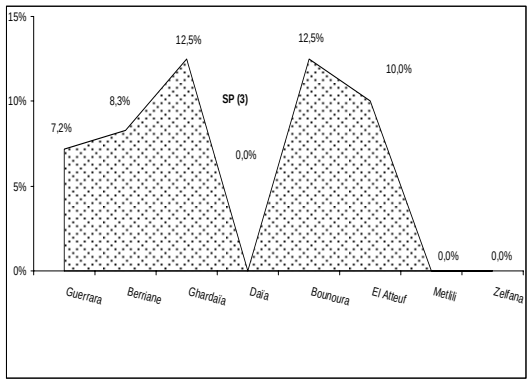


Graphique n°2: Importance du SPO2

3.3 - Système oasien intensif intégré (SPO3) :
Le système oasien intensif "intégré", regroupe des exploitations structurées, disposant de moyens financiers, de stockage et de transport assez importants. Les productions sont destinées à la commercialisation (grossistes, cantines collectives,…).
- Caractéristiques principales
Ce sont des exploitations de taille moyenne autour de 05 ha, de création récente (moins de 15 ans), elles disposent d'une ressource hydrique suffisante avec des modes d'irrigation localisée.
La superficie technique est importante (147%) par l'occupation assez importante des trois étages.

Les plantations de palmiers, structurées de densité moyenne de 120 pieds/hectare, avec une importante proportion de la variété "Deglet nour", elles sont régulièrement entretenues.
Le niveau de technicité est élevé avec une mécanisation des travaux aratoires, l'utilisation d'engrais et pesticides, la rotation des cultures et pratique des amendements organiques.
La charge de travail s'étalant sur toute l'année avec des pointes saisonnières, exige une présence régulière à l'exploitation, assurée par une main d'oeuvre salariale permanente et qualifiée.
Les activités d'élevage sont moyennes, avec des cheptels diversifiés de 20 têtes (ovin, caprin et bovin) dont l'alimentation est basée sur les fourrages de l'exploitation et des écarts de tri des récoltes, parfois complétée par des achats de concentré.
L'assolement est caractérisé par une dominance des cultures herbacées (80%). L'orientation du système ressort dans la part du maraîchage qui avec ses 70% représente le pivot des activités. La part de l'étage du supérieur est de 65% suivi par les cultures fourragères avec 10% (orge, avoine)

- Importance
Le système oasien intégré est en émergence dans 62% des communes avec des proportions plus ou moins voisines (10 à 12%) dans les communes de Ghardaïa, Bounoura et El Atteuf. Il ne représente que entre 7 et 8% à Guerrara et Berriane, inexistant dans les 3 autres communes.
- Stratégie et Evolution
La stratégie à long et moyen termes de ces exploitations est axée sur la consolidation de leur place dans le marché. Celle-ci sera matérialisée
- L'élevation de la productivité des facteurs de production (eau-sols, travail, intrants) et l'extension parfois par l'achat d'autres exploitations.
- La consolidation de la plasticulture et le perfectionnement de leur conduite technique.
- Spécialisation dans certaines cultures de rente, à valeur ajoutée relativement haute . (condiments, fraises, cantaloup, ...)



Graphique n°3: Importance du SPO3

3.4 - Système basé sur la production de dattes Deglet nour (SPO4)

La production de dattes "Deglet nour" de qualité, est le caractère commun des exploitations. Les exploitants traitent avec des collecteurs et des conditionneurs. Leur production, partielle ou totale, fait l'objet d'exportation.

- Caractéristiques principales

Une bonne partie de ces exploitations, a été créées durant les années cinquante dans la zone de Zelfana, sous l'impulsion des autorités coloniales pour approvisionner la métropole en dattes de qualité. Généralement de taille variable entre 2 et 6 ha, elles disposent de plantations phoénicicoles, souvent monovariétales ou à dominance de la "Deglet nour", bien structurées et à densité quasi autour de 110 pieds/ha.

Le mode d'irrigation est essentiellement par seguias à partir de forages albiens collectifs. La main d'œuvre est mixte, familiale et saisonnière durant les pointes de travail. Le chef d'exploitation est parfois pluriactif, les cas de revenus extérieurs sont fréquents (pension, salaire, commerce,…). Le cheptel est principalement ovin en moyenne de 30 têtes, avec un complément de pacage durant les périodes favorables, à travers parcours sahariens et les lits d'oueds.

- Assolement typique

Les plantations pérennes constituent exclusivement l'assolement avec une dominance de la culture du palmier dattier qui en représente 95% suivi par l'arboriculture avec 8%.

- Importance à travers les oasis

Ce système basé sur la production de dattes "Deglet nour" est dominant à Zelfana (58%) des exploitations et une émergence encore timide à Guerrara et Metlili (4%).

- Stratégie et Evolution

La stratégie des exploitations dans ce système, tend à consolider davantage leur intégration au marché par une relative maximisation de la plus value des dattes selon leur rapport de force avec les autres opérateurs de la filière.
Faisant valoir leurs atouts, ces exploitations évolueront à plus ou moins longue échéance vers le système oasien intensif intégré, qui sous l'impulsion de la demande des agglomérations, sera marquée par l'introduction du maraîchage, de l'arboriculture fruitière et de l'extension des cheptels.

3.5 - Système « cultures associées à l'élevage semi extensif »

A côté du palmier, ces exploitations dont la priorité est accordée à l'élevage disposent de cheptel d'engraissement, de taille relativement importante destiné à la vente principalement durant les festivités sociales et religieuses (Aïd "adha", pèlerinage, mariages, circoncision, …).

- Caractéristiques principales

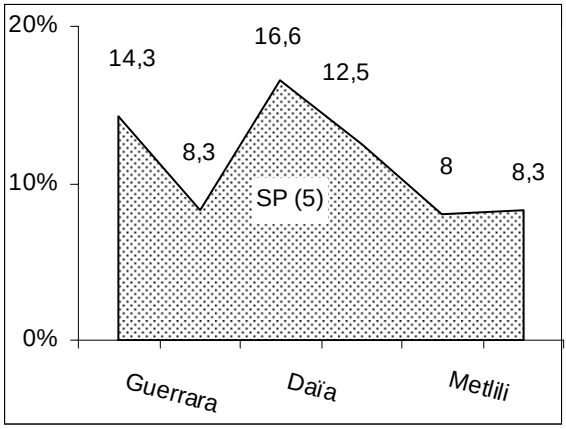
Ce sont des exploitations de 2 ha en moyenne, essentiellement à la périphérie des cours des oueds et des parcours sahariens, disposant de plantation partielle de palmier à composition à dominance les variétés communes. Les cultures intercalaires sont faiblement intensifiées et dépendant plus de la disponibilité de la main d'œuvre familiale.
Le cheptel (ovin et caprin), est relativement important (60 à 80 têtes), conduit en semi extensif entre enclos dans l'exploitation et pacage dans les parcours. Une meilleure productivité de la main œuvre familiale entre les activités d'élevage et la conduite des cultures.
L'assolement comprend des proportions proches : 57% des cultures pérennes, 53% herbacées. Ces dernières sont dominées par les fourrages qui totalisent près de 30% répartis entre luzerne (17.5%) et sorgho (12%). En troisième place vient le maraîchage (26%) .

- Importance

Le système " cultures associées à l'élevage semi extensif",
est localisé surtout à Daïa, Guerrara et El Atteuf avec des taux allant de 12 à 17% des exploitations. Il est également représenté, autour de 8% dans les communes (Zelfana, Metlili, Berriane). Absent dans les communes de Ghardaïa et Bounoura (urbanisation, absence espaces de pacage).

- Stratégie et Evolution

Garder une certaine souplesse dans la gestion des risques, entre cultures et élevage, par le réinvestissements entre les ces deux créneaux. L'évolution prévisible tendrait plus vers l'extension des plantations phoénicicoles et des cheptels, l'autonomie du cheptel en alimentation par l'intensification des cultures fourragères et la valorisation des sous produits des récoltes.



Graphique n°4: Importance du SPO5.

3.6 – Système « fourrages associés à l'élevage bovin» (SPO6)

Ce sont des exploitations oasiennes ayant fait l'intégration depuis les années quatre vingt dix de l'élevage bovin laitier. Cette option s'est trouvée favorisée par la création de mini laiteries, débouché sûr pour ces exploitants reconvertis par l'achat de bétail et d'équipements spécifiques.

- Caractéristiques principales

La structure des exploitations se situe dans la fourchette de 3 à 10ha. Le système de culture consiste en une association de palmiers et cultures fourragères (orge, avoine, sorgho, luzerne).

A cela s'ajoute un élevage de rente, de taille très variable allant de 3 à plus de 40 têtes de bovins laitiers et dont la production est destinée aux marchés local et régional.

L'équipement spécifique à la production laitière est parfois important (cuves réfrigérantes, chariot trayeurs, abreuvoirs automatiques, pasteurisateur,…). La main d'œuvre est principalement salariale. Elles bénéficient, d'une prime à la production en des quantités de lait livré aux collecteurs.

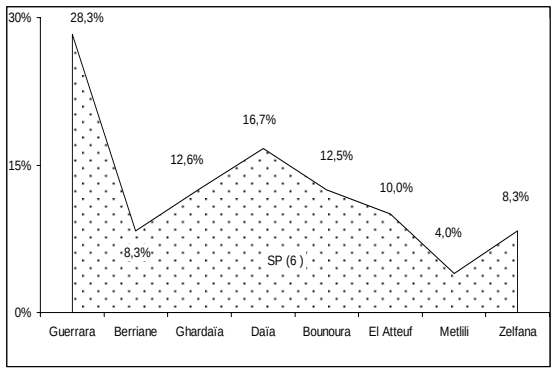
L'assolement est caractérisé par une superficie technique de 115% de la superficie exploitable. La part des fourrages est importante (70%) qui regroupent l'orge (30%), sorgho, maïs (25%) et luzerne (15%), suivi du palmier (40%) et l'arboriculture (5%), le maraîchage est négligeable.

- Importance

Ce système de production est comparativement,
plus présent à Guerrara (28%), suivie de Daïa (17%), et des autres communes (10 à 13%). Il est en émergence à Berriane et Zelfana (8%) et faible à Metlili (4%).

- Stratégie et Evolution

Les exploitations oeuvrent à une forte intégration au marché, en maximisant la plus value du lait, l'autonomie en aliments du bétail. Leur évolution tendra vers l'intensification des cultures fourragères, l'extension des cheptels et l'amélioration de la conduite de l'élevage, l'amélioration des équipements, la valorisation des sous produits de récoltes et la transformation du lait.



Graphique n°5: Importance du SPO6

3.7 - Système oasien « en installation » (SPO7)

C'est le résultat de la création par l'Etat, de périmètres agricoles de mise en valeur, attribués sous forme de concessions, destinés à des bénéficiaires « sans revenus ».

– Caractéristiques principales

Ce sont des exploitations de 2 hectares en moyenne, avec de jeunes plantations de palmiers, irriguées par le système de goutte à goutte, l'espace intercalaire est faiblement exploité. Les jeunes concessionnaires sont souvent démunis de moyens et de technicité modeste. Le phénomène d'absentéisme y est important. L'assolement typique fait ressortir une superficie technique de 95% de la superficie exploitable: 55 % de palmiers, 38% de maraîchage et 2% arbres fruitiers.

– Importance
Ce système est présent dans toutes les communes,
du fait de la généralisation de la mise en valeur. La proportion la plus élevée se trouve à Guerrerra, suivie par Daïa et moyennement dans les autres communes.

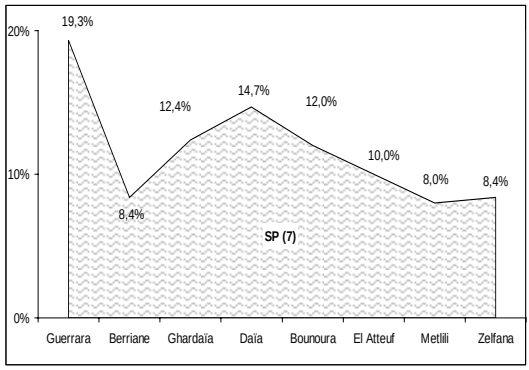
- Stratégie et Evolution

Ces exploitations à dynamiques hétérogènes auront des transitions plus ou moins accélérées, vers l'un ou l'autre système identifié. Trois trajectoires se présentent alors.

Dégradation : **par l'absence de tout apport personnel, envahissement par les mauvaises herbes, dessèchement de palmiers, détérioration des réseaux d'irrigation, …. La mise à niveau nécessite des moyens financiers conséquents dont l'attributaire n'en dispose pas souvent. Les exploitations feront vraisemblablement l'objet de transactions informelles au profit de tiers, avec l'amorce de leur remise en état sauf contrainte majeure (manque d'eau, obstacle juridique).**

- **Stagnation :** l'apport de l'exploitant est limité des interventions d'entretien. La sauvegarde de ce type d'exploitation passe par:

- des investissements complémentaires (plantation et réseau goutte à goutte, entretien, protection,…), sur des sources de revenus extra agricoles de l'attributaire ou de sa famille.
- la cession ou la location de la parcelle à des tiers plus dotés en moyens qui chercheront à rentabiliser dans le court terme les charges consenties.



Graphique n°6: Importance du SPO7

- **Amélioration :** Les cas d'amélioration, représentent les unités ayant changé d'exploitants par le biais de la vente ou de la location. Cette tendance sera matérialisée selon les cas par :

- Extension des plantations de palmiers,
- Introduction d'arbres et/ou de cultures légumières, parfois l'élevage.
- Mise en exploitation des serres cédées par le projet,
- Densification du maillage de brise vent

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABABSA S., 1997 : L'unité de production agricole saharienne : la trame oubliée d'une activité déclassée. Ouargla, (Algérie), tiré à part 31p.

ABABSA S., 1997 : L'oasis : une réalité et un concept pour un développement multidimensionnel durable. Ouargla, (Algérie), tiré à part 35p.

BNEDER, 1988 **:** Etude des ressources du milieu pour la mise en valeur dans la wilaya de Ghardaïa. Bureau national d'étude de développement rural (BNEDER) – Alger, septembre1988

DOLLÉ V., 1990 : Avant propos au séminaire sur les systèmes oasiens en régions chaudes.– Les systèmes agricoles oasiens. Options Méditerranéennes, SérieA n°11, CIHEAM/ Paris 1990

FERRY M. et al., 1999 : Analyses de données agro économiques des oasis des différents pays africains. In Agroéconomie des oasis. Pp 9-19 (GRIDAO). CIRAD. Montpellier. France.

JOUVE P., 1993: Le diagnostic du milieu rural : de la région à la parcelle. Approche systémique des modes d'exploitation agricole du milieu. «Etudes et Travaux du CNEARC» N°06 Montpellier, France.

LASRAM M., 1990 : Les systèmes agricoles oasiens dans le Sud de la Tunisie. colloque " Les systèmes agricoles oasiens" Tozeur (Tunisie) 11/1988 Séminaires méditerranéens n°11-CIHEAM/ Paris.

PDGDRS, 1998 :-Plan directeur général de développement des régions sahariennes. Monographies régionales. » Bureau national des études de développement rural (BNEDER/ Tipaza) / Bureau BRL ingénierie (Nîmes/France).

RECOMMANDATIONS GENERALES

RECOMMANDATIONS

La stratégie de développement durable des zones arides doit être élaborée à la lumière des spécificités, des atouts, des contraintes des régions arides, mais aussi à la lumière des expériences et des changements à l'échelle mondiale et ce , par une politique de soutien à l'investissement agricole, une politique de réutilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation et une évaluation des ressources naturelles par l'utilisation de techniques avancées (SIG, télédétection).

Une volonté politique est donc interpellée ici plus qu'ailleurs, à travers la concrétisation d'un plan de développement à long terme de ces régions où l'agriculture est certes le secteur focal mais doit être accompagné d'autres secteurs, l'hydraulique, l'industrie, la recherche, le tourisme, les transports, les travaux publics, l'artisanat etc.., dans le cadre d'une gestion intégrée de l'espace à travers le schéma national d'aménagement du territoire.

Une politique de soutien à l'investissement agricole est nécessaire et doit être revue à la hausse notamment en zones arides où les contraintes sont multiples. La formation et la vulgarisation constituent un préalable au développement d'une agriculture compétitive à plus forte raison dans les zones arides à cause des nombreuses contraintes

L'agriculture de conservation exige tout le savoir-faire que requiert une "agriculture de précision par les Labour par bandes, l'Irrigation localisée, la Production biologique, l'agroforesterie. L'eau étant rare et il faut bien la gérer en vue d'augmenter la productivité et préserver la ressource de base

L'amélioration de la productivité de l'eau* nécessite *:

- De modifier la gestion des cultures, des sols et de l'eau
- De sélectionner des cultures et des cultivars adaptés,
- De recourir à des techniques de plantation améliorées,
- De synchroniser des applications d'eau avec les périodes végétatives les plus sensibles et un meilleur drainage pour la maîtrise des nappes phréatiques
- D'utiliser les façons culturales et pratiques agronomiques qui réduisent l'évaporation de l'eau
- De collecter l'eau pluviale dans des bassins allant de petits sillons à des barrages.

Pour caractériser le patrimoine génétique en vue de sa sauvegarde et de sa valorisation, les actions suivantes sont préconisées :

- Recherche, éducation, restauration et sensibilisation
- une prospection massale des génotypes exceptionnels et l'enregistrement de leurs principales caractéristiques d'intérêt biologique et agronomique en s'appuyant sur les connaissances des propriétaires.
- La conservation des ressources est envisagée en créant des parcelles de collection
- La création d'une base de données informatisée permettant de localiser très précisément les exemplaires de chacun des génotypes et des informations qui leur sont associées.
- L'application des biotechnologies en sauvegardant les ressources naturelles permettant l'amélioration de la qualité et de la productivité.
- Le développement de programmes de recherche en biotechnologie en vue de renforcer le système de résistance des plantes dans les milieux arides, à la salinité et à la sécheresse

Axe I : Environnement aride et gestion des ressources naturelles

L'aridoculture doit être vue comme un palliatif au manque d'eau en Algérie, et doit miser sur la mobilisation des ressources en eau conventionnelles et non conventionnelles, pour ce faire, il faudra :

- Orienter nos efforts vers la maitrise de la pratique de cultures pluviales pour une application rigoureuse des différentes opérations de l'itinéraire technique.
- Utiliser les différentes techniques de collecte des eaux pluviales.
- Utiliser les aspects de l'eau virtuelle comme palliatif temporaire au manque d'eau.
- Sensibiliser l'agriculteur à l'économie de l'eau seul garant de la pérennité de la ressource.
- Il faut que l'eau retrouve sa valeur. Par conséquent, la redevance de l'eau d'irrigation doit être calculée sur la base de sa production financière et non pas en fonction du volume d'eau utilisé.
- Il faut faire une éducation de proximité pour mobiliser le citoyen et l'agriculteur à l'économie de l'eau, seule garant de la pérennité de la ressource.
- Promouvoir la gestion durable de la steppe par une restauration des parcours steppiques et leur gestion rationnelle et une bonne conduite des troupeaux,
- Entreprendre des études sur les ksours et les oasis pour définir leur situation actuelle et mettre en place un programme pour leur réhabilitation est en faire un pôle de développement intégré locale.
- Elaborer un programme de mise en défens, établir leur typologie en fonction de l'état de dégradation pour pouvoir établir un programme de réhabilitation et restauration
- Mettre en place des observatoires de surveillance, de veille et d'alerte dans les principales zones vulnérables des zones arides

Axe 2 : Agrobiodiversité et optimisation des secteurs de production

- Le Transfert, la diffusion et la valorisation des résultats et acquis de la recherche scientifique doivent être mis au profit des utilisateurs (paysans, société civile,) ;

- L'implication et la participation active des utilisateurs, décideurs et agents de développement dans la formulation, le suivi et la valorisation des travaux de recherche ;

- L'utilisation efficiente de l'eau d'irrigation dans les systèmes agraires par l'adoption des systèmes appropriés et l'évacuation des eaux excédentaires par des techniques de drainage ;

- La mise en place de mécanismes, techniques et méthodes de sauvegarde et de réhabilitation des savoirs et des savoir-faire locaux.
- Développer les travaux de recherche relatifs à la préservation et la valorisation du patrimoine génétique local ;

- Développer les travaux d'amélioration du patrimoine génétique végétal (Pistachier, Opuntia, Jujubier) ;

- Encourager la poursuite des travaux de recherche relatifs au palmier dattier (Vitro-plant, protection contre la cochenille) ;

- Une attention particulière doit être portée pour la protection et la sauvegarde de l'Outarde Houbara.

Axe 3 : Gestion de l'espace et contraintes socio-économiques

- Préserver les systèmes d'irrigation paysans adoptés dans les palmeraies traditionnelles. Ce sont des modes de gestion et de partage d'une équité parfaite et d'une rationalité étonnante ;
- Se contenter du rôle d'accompagnateur de l'Etat en dédiant la gestion paysanne aux paysans ;
- Approfondir les enquêtes sur les systèmes de production oasiens et raccourcir leur périodicité afin d'appréhender d'une manière dynamique et plus fine leur adaptation aux changements que subit leur environnement socio-économique ;
- Améliorer le cadre incitatif pour tous les acteurs, notamment pour les exportateurs de la datte, et renforcer la position de l'Algérie dans le marché mondial de la datte au moyen d'une politique de labellisation (création des indications géographiques protégées et certification)
- Piloter les « filières » datte et lait de chamelle par un système d'information efficace, fiable et accessible ;
- Créer une station de recherche cameline dans la zone de production afin de permettre aux camelologues de prendre en charge les axes de recherche relatifs à la valorisation des produits et sous produits camelins notamment le lait de chamelle ;
- Encourager l'investissement privé en matière de développement de la filière lait de chamelle à l'instar du soutien à la création de centres d'engraissement camelin ;
- Mettre en œuvre une gestion rationnelle rigoureuse des ressources en eau, en vue de préserver les aquifères contre la surexploitation et la pollution ;
- Renforcer l'expérimentation hydro agricole dans les milieux oasiens pour la maitrise des besoins en eau des cultures et la problématique de la salinité et de l'excès d'eau dan les sols.

Dépôt légal 3743 - 2008

ISBN: 978 - 9961 - 9745 - 2 - 0