

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Centre Universitaire de Ouargla



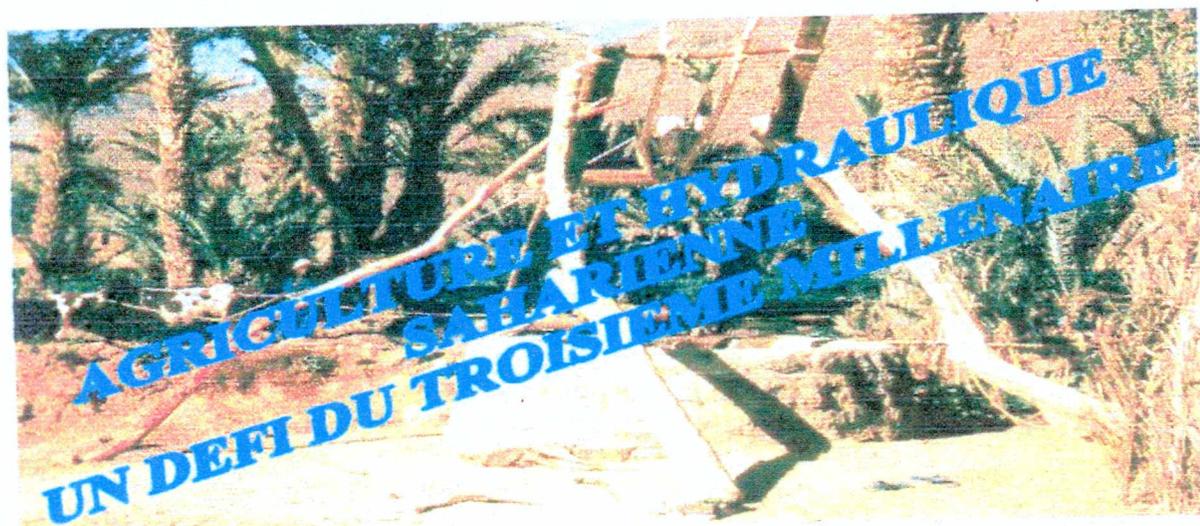
Centre de Recherche Scientifique et  
Technique sur les Régions Arides  
Euro-Méditerranéen Associé

## SEMINAIRE NATIONAL SUR L'AGRONOMIE ET L'HYDRAULIQUE EN ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES

Bilan des essais agronomiques et hydrauliques et perspectives de  
recherche en zones arides et semi arides

C.U.Ouargla 8 - 9 - 10 novembre 1999

# RECUEIL DES ACTES



### COMITE SCIENTIFIQUE

- Dr GAOUAR A. Président ( CRSTRA)
- Pr BEDRANI S.
- Pr BRINIS L.
- Pr SABAOU N.
- Pr SEMMADI A.
- Dr Mme BENDJABALLAH S.
- Dr FELIACHI A.
- Dr Mme GAOUAR N.
- Dr HALILAT M.T.
- Dr MOATZ A.

### COMITE D'ORGANISATION

- Mr TIDJANI M.K. : Président
- Mr HALILAT M.T.: Coordinateur
- Mr ADAMOU A.
- Mr CHEHMA A.
- Mr KOUDIA B.
- Mr KRIKER A.
- Mr LEGHRIEB Y.
- Mr NEBIA O.
- Mr OULD EL HADJ M.D.
- Mr SAIDI M.
- Mme SIBOUKEUR O.

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Centre Universitaire de Ouargla



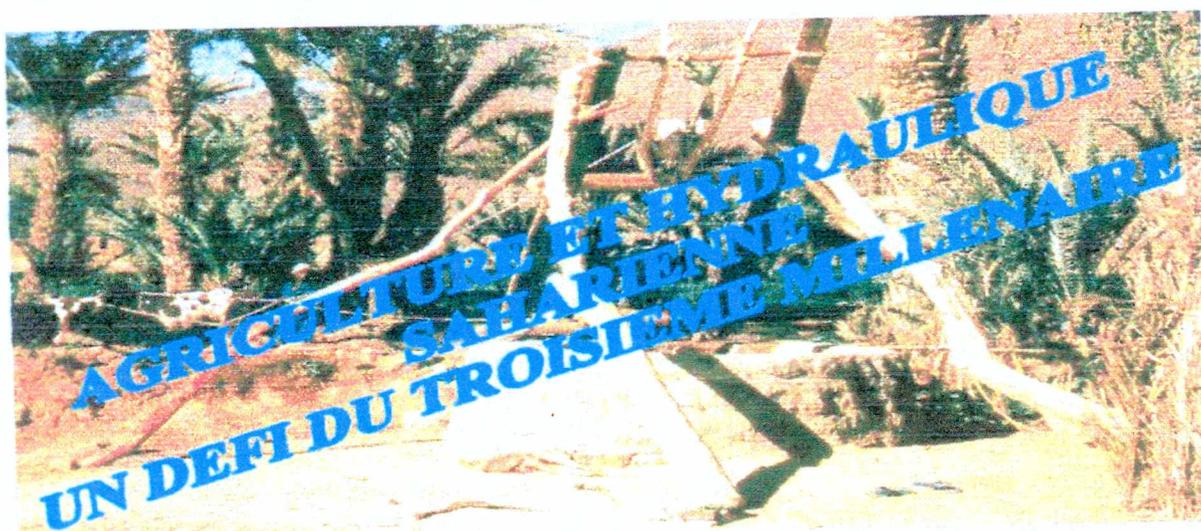
Centre de Recherche Scientifique et  
Technique sur les Régions Arides  
Euro-Méditerranéenne Associée



## SEMINAIRE NATIONAL SUR L'AGRONOMIE ET L'HYDRAULIQUE EN ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES

Bilan des essais agronomiques et hydrauliques et perspectives de  
recherche en zones arides et semi arides  
C.U.Ouargla 8 - 9 - 10 novembre 1999

# RECUEIL DES ACTES



### COMITE SCIENTIFIQUE

- Dr GAOUAR A. Président ( CRSTRA)
- Pr BEDRANI S.
- Pr BRINIS L.
- Pr SABAOU N.
- Pr SEMMADI A.
- Dr Mme BENDJABALLAH S.
- Dr FELIACHI A.
- Dr Mme GAOUAR N.
- Dr HALILAT M.T.
- Dr MOATZ A.

### COMITE D'ORGANISATION

- Mr TIDJANI M.K. : Président
- Mr HALILAT M.T.: Coordinateur
- Mr ADAMOUCHE A.
- Mr CHEHMA A.
- Mr KOUADIO B.
- Mr KRIKER A.
- Mr LEGHRIEB Y.
- Mr NEBIA O.
- Mr OULD EL HADJ M.D.
- Mr SAIDI M.
- Mme SIBOUKEUR O.

# SOMMAIRE

- \*Concept du développement durable appliqué aux écosystèmes steppiques et oasiens  
définition de quelques indicateurs dans le modèle Pression – Etat – Réponse (P.E.R)  
-GAOUAR A. Directeur Général du C.R.S.T.R.A.

## ATELIER AGRONOMIE

### AXE I : SOL

#### Thème 1 : Fertilisation

- \*Contribution à l'étude de la dynamique de NPK dans le système sol- plante en conditions agro-pédologiques sahariennes - CHELOUFI H. (C.U. Ouargla)
- \*Contribution à l'étude des boues résiduelles. Intérêts agronomiques et effets des polluants dans le sol et le végétal - DEBBA B. (Univ. Mostaganem)
- \*Etude expérimentale sur l'efficacité du phosphate naturel de Djebel El Onk par rapport au TSP dans la fertilisation des sols au Sahara. - MASMOUDI A. (Univ. Biskra)
- \*Bilan de la salinité dans un sol sableux amendé par la bentonite

#### Thème 2 : Salinité

BENKHLIFA M. (Univ. Mostaganem)

- \*Etude de l'impact de la crue sur l'évolution de la salinité des eaux phréatiques dans la vallée du M'zab. - DADDI BOUHOUM. (C.U. Ouargla)
- \*Influence de la salinité sur la formation de la croûte de battance dans le Bas Chellif (Relizane) - DOUAOUI A. (C.U. Chlef)
- \*Effet du phosphogypse sur les propriétés physiques des sols salés (cas des sols de la région de Hamadna) - HUSSEIN A. (C.U. Chlef)
- \*Fertilisation phosphatée des sols salés. - ABDENBI N. (Univ. Batna)
- \*Etude de quelques marqueurs physiologiques de tolérance à la salinité chez le blé dur (*Triticum durum*) - BRINIS L. (Univ. Annaba)
- \*Tests de stabilité pour la prévision de la dégradation et l'érosion hydrique des sols. - SAIDI D. (C.U. Chlef)

### AXE II : PRODUCTION VEGETALE

#### Thème 1 : Protection Phytosanitaire

- \*Les modifications agricoles face aux périls acridiens- OULD HADJ M.D. (C.U. Ouargla)
- \*Effet de quelques plantes cultivées et spontanées sur l'éclosion et la mortalité des *Meloïdogyne* DJERROUDI O. (C.U. Ouargla)
- \*Importance des caractéristiques biotiques et abiotiques dans la gravité de la fusariose vasculaire du palmier dattier - RIBA A. (URZA, Alger)
- \*Apport de la flore des zones semi-arides à l'Ethnopharmacologie Algérienne - CHERITI A. (C.U. Bechar)

## **Thème 2: Valorisation des espèces végétales**

- \*Evaluation de la variabilité intra cultivar du palmier dattier dans la région de Ouargla, Oran, Righ et Souf – HANNACHI S.
- \* Effet du froid et des atmosphères modifiées sur la microflore de la datte Deglet Nour traitée DF 100 en cours de stockage. - KHALI M. ( Univ. Mostaganem)
- \*Qu'en est-il de la production fourragère dans l'agriculture saharienne ? - CHAABENA A.
- \*Choix de variétés et de périodes de semis basées sur des indices agro-météorologiques - BENAICHATA L. (C.U. Tiaret)
- \*Etude comparative du comportement du blé dur et du blé tendre vis à vis du déficit hydrique - NADJI O. (C.U. Chlef)
- \*Etude de l'importance de la grosseurs des graines en conditions de stress hydrique et ce par rapport à quelques paramètres physiologiques chez le blé dur - ADJAB M. (C.U. Annaba)
- \*Restauration de l'halotolérance de Rhizobium en présence d'extraits d'halophytes. - LARGUET A. (Univ. Sétif)

### **AXE III : PROTECTION ANIMALE**

- \*Caractérisation génétique des races ovines Algériennes -GAOUAR S.(Univ. Oran)
- \*Evolution comparée du bétail et des superficies impliquées dans la production fourragère dans les zones arides et semi-arides Algériennes. -NOUMANI M. (Univ. Blida)

## **ATELIER HYDRAULIQUE**

### **AXE I :GESTION DES RESSOURCES HYDRIQUE**

- \*Valorisation de l'eau et optimisation du rendement du blé dur. Une approche simple pour améliorer la rationalité de l'irrigation. – BENSEDDIK (Univ. Sidi-Bel-Abbes)

### **AXE II :TECHNIQUE D'IRRIGATION**

- \*Quel est le devenir de la foggara en Algérie - REMINI B. (Univ. Blida)
- \*La qualité de l'irrigation goutte à goutte sur - AKROUN S. (Adrar)
- \*Dimensionnement d'une rampe de micro irrigation à débit constant. - ZELLA L. (Univ. Blida)

## **POSTERS**

- \* Influence de la salinité sur le métabolisme de la tomate- ARRAOUI M.(Univ. Mostaganem)
- \* Les dayetes - CHAABENA A. (C.U. Ouargla)
- \* Utilisation des associations symbiotiques chez les plantes fourragères et ligneuses des zones semi-arides Algériennes. - CHAFI M.E.N. (Univ. Es Sénia Oran)
- \* Ethnopharmacological survey of some plants of El-Bayadh district used in the treatment of urinary tract affections. – ROKBI (C.U. Béchar)
- \* Etude du fonctionnement des systèmes de production en milieu aride et semi-aride - KANOUN A. (I.N.R.A.A. Djelfa)
- \*Recherche de pectinase et d'alpha-amylase chez une souche locale - BOUMENDJEL A ( I.A.V. El-Tarf)

## **L'AGRICULTURE SAHARIENNE UN DEFIT AU TROISIEME MILLENAIRE**

A la fin de ce deuxième millénaire, nombreux sont les pays, qui pour des raisons différentes gisent écrasés par la dette extérieure, la famine et l'incapacité de gérer au mieux leurs écosystèmes déjà si fragilisés.

Le déficit à relever pour notre pays, à l'orée de ce troisième millénaire est de réhabiliter nos écosystèmes steppiques et oisiens et généraliser l'agriculture saharienne. Mais comment ?

Nous jouissons déjà d'énormes expériences mais jusqu'à maintenant, non valorisées. Généraliser l'agriculture saharienne est aussi lever les contraintes tant naturelles (édaphiques) qu'humaines.

Sur le plan technique les problèmes à appréhender sont multiples et totalement différents des savoir faire utiliser au nord. Nous citons, le travail du sol, le choix des semences. Celles-ci doivent être adaptées aux biotopes du sud. L'eau n'est pas gérée au mieux des besoins de la plante et à la meilleure utilisation économique des réserves utilisées.

Les conséquences en sont une généralisation de la salinité. Celle-ci illustre le vieillissement des sols et son manque de main d'oeuvre ou à une migration de celle-ci vers d'autres secteurs où le gain est plus facile ? Faut il alors créer le cadre juridique adéquat pour réhabiliter, entretenir, élargir et généraliser une agriculture saharienne dont la plaque tournante est la phoeniciculture ?

Enfin comment penser un développement durable au sud afin de relever le défi du troisième millénaire.

Les présentes journées d'études ne vont pas manquer de répondre à cette préoccupation, si ce n'est en totalité, ne serait-ce qu'en partie.

Quoi qu'il en soit, un premier pas sera fait.

**Dr GAOUAR A.  
CRSTRA**

## Concept du développement durable appliqué aux écosystèmes steppique et oasien -définition de quelques indicateurs dans le modèle Pression - Etat - Réponse (P.E.R)

**Abdelaziz GAOUAR \***

M.C. Directeur Général du C.R.S.T.R.A.

### Définition :

Le développement durable d'un écosystème est un développement qui assure la pérennité et la biodiversité et durabilité de la liaison existant entre les climat - végétation - homme - faune)( Fig 1).

Le développement a un objectif à atteindre dans le large cadre d'un modèle socio-économique où les générations à venir pourront satisfaire leurs besoins comme les générations d'aujourd'hui ont satisfait les leurs ,c'est une réalité incontournable .

Les tensions actuelles et celles à venir - ce que nous ne souhaitons pas -ne sont elles pas le résultat du disfonctionnement du système énoncé plus haut ?

Mais , le développement interpelle un écosystème régit (Fig 1)par des paramètre liés entre eux et dont le fonctionnement a été très longtemps non perturbé , jusqu'à ce qu'il y ait une ou des interventions , inadéquates , de l'homme.Cependant au cours du temps ,ces interventions n'ont pas eu toujours des conséquences graves .Au contraire, ce que nous appelons aujourd'hui, le savoir-faire local et ancestral ,est le résultat d'une réflexion dont les bases socioculturelles ont été bénéfiques sur l'environnement .

Dans la turbulence socio-économique qui a marqué l'Algérie , les 40 dernières années on peut à ce visu se rendre compte de l'état avancé du dérèglement des écosystème oasien et steppique .Il s'agit , selon le modèle P.E.R d'identifier des indicateurs de dégradation de ces dernières et d'envisager les solutions possibles , dans le cadre d'un développement durable.

- 1- Les indicateurs dans le cas d'un écosystème naturel , non perturbé (Fig. 2) montre en fait que dans ce cas le fonctionnement étant naturel ,on peut envisager que c'est la nature qui ancre la réponse aux pressions possibles , le tableau illustre cet état

**Tab 1** :Modèle P.E.R. appliqué en écosystème SOL-CLIMAT-VEGETATION

Indicateurs	Pressions	Etat	Réponse
Climatiques Péjoration du climat et cyclicité	rareté des pluies irrégularité des pluies	dégradation progressive du sol et de la végétation	agir contre l'érosion la nature recompose son tapis végétal et avec, le sol qui s'y réfère cycles connus depuis la tardiglaciaire
Bio-indicateurs	une population faunistique encore au détrimement d'une autre	biodiversité perturbée	déclin naturel de la population en question et rétablissement naturel de l'équilibre trophique

**Tab 2.1 :** Effets pervers des indicateurs de réponse mal conçus, la réponse à un état devient pression

Indicateurs	Pression	Etat	Réponse
Socio-économiques	Paupérisme	Non accès à la santé , à l'éducation Non accès à l'eau Non accès à la propriété	Lois sur le foncier Mise en valeur des terres non préparées et non étudiée.

**Tab 2.2 :** Les décisions mal conçues engendre des indicateurs de pressions nouveaux.

Indicateurs	Pression	Etat	Réponse
Décisions mal conçues	-Défrichement irréflecti. -Sédentarisation mal conçue. -Cadre juridique inadéquat.	-Dégradation du tapis Végétal. - Mauvaise gestion de l'eau . - Salinité.	Repenser la philosophie de la gestion des écosystèmes stoppiques et oasiens par un constat scientifique par un cadre juridique adéquat.

**Tab3 :** Effets d'une mise en valeur non réfléchiée.

Indicateurs	Pression	Etat	Réponse
Mise en valeur supports mal conçue	Défrichement. Disparition du sol Utilisation non rationnel de l'eau. Importation d'espèces non conformes.	Disparition de la biodiversité. Dégradation des Paramètres physiques, biologiques et chimiques du sol . Salinité. Baiser bio-économique des écosystèmes.	Développer les Scientifiques de la mise en valeur . Développer les supports socio-juridiques.

2-L'absence de la lucidité décisionnelle et ses effets directs ou indirects sur l'environnement.

Dans cette optique, nous savons que la décision de mise en valeur des terres, a eu l'effet pervers de déstabiliser la structure sociale ancestrale et d'engendrer une salinité généralisée des sols. De là va découler l'identification de quelques indicateurs que nous proposons d'exposer (ENNE, 1999)

## **2-1 Les indicateurs socio-économique**

### **A-Dans le système steppique des Hauts Plateaux**

#### **2-1-1 Les indicateurs de pression**

Alors que la généralisation des villages socialistes et les lois à l'accession foncière auraient dû stabiliser les populations et protéger les parcours, nous assistons à des mutations sociales importantes avec comme conséquence la dégradation du tapis végétal et du sol.

-Généralisation du défrichement et du sol.

-Installation d'une agriculture marginale.

-L'espace labouré est passé de 1.100.000 ha en 1968 à 2.200.000 ha en 1994.

-L'espace qui était PASTORAL est devenu SEDENTAIRE donc agricole

-Aujourd'hui l'espace est devenu SEMI-SEDENTAIRE ou SEMI-NOMADE, En effet, nous assistons, le progrès aidant, à une normalisation s'exerçant dans un rayon de 30 à 40 ha, permettant aux populations devenus agriculteurs - éleveurs, de se ravitailler grâce à l'utilisation de camion GAL 2.5t avec toute que cela comporte comme pression sur l'environnement. Ainsi dans cet ordre d'idée nous assistons aux alentours des villes et villages à un élevage urbain important.

Les conséquences en sont une dégradation accrue du sol et de la végétation et une aliénation du droit des générations à venir.

Par ailleurs, basée sur le profit immédiat, l'augmentation du cheptel constitue une pression soutenue sur la végétation, alors que l'output est de loin plus fort que l'input. D'où, un déficit chronique

#### **2-1-2 Les indicateurs d'état**

Par là nous avons des descripteurs de la situation en place; ce sont ici des indicateurs liés à une activité agricole marginale.

parmi ceux-ci nous citons :

-La diminution de la biodiversité et l'apparition d'espèces cosmopolites.

-La dégradation de la végétation climax par exemple l'Alfa.

-Une augmentation du cheptel.

-Un bio-économie de l'écosystème en baisse.

#### **2-1-3 Les indicateurs de réponse**

-La gestion des parcours reste à définir même si beaucoup de modèles ont été décrits.

-Il ya eu des lois qui se sont avérées inadaptées, l'utilisation de tests s'avère nécessaire pour juger de l'efficacité de la mesure juridique ou de la décision.

## **B- L'écosystème oasien**

Son disfonctionnement actuel ressemble quelque peu à celui du système steppique

### **2-2 Les indicateurs socio-économique**

#### **2-2-1 Indicateurs de pression**

Sur l'écosystème oasien nous notons deux faits majeurs :

-L'accès à la population des anciens Khémmas dont la conséquence a été l'abandon des palmeraies par une main-d'œuvre devenue propriétaire .

-Le droit à l'eau , l'outil de chantage par les propriétaires de l'eau est devenu caduque , alors les anciens ouvriers agricoles travaillent à leurs comptes .

Les conséquences ont été l'abandon des Ksours leur dégradation , celui de la palmeraie ainsi que la disparition de la Foggara par manque d'entretien ou suite à la baisse du niveau d'eau .

Une autre pression , celle due à une augmentation de la population , provoquant l'urbanisme anarchique que l'on peut observer sur les palmeraies d'El-Oued et Ouragla par exemple . Cet état de fait a engendré une remontée des eaux et l'étouffement de la palmeraie (Ghotts d'El-Oued) .

#### **2-2-2 Les indicateurs d'état**

-La mise en valeur des terres au sud a mis en danger l'existence de la palmeraie , notamment à cause du pompage d'eau et l'utilisation irrationnelle de celle-ci .

-Ressources naturelles en eau non évaluées .

-Savoir-faire local en voie de disparition .

-Dégradation du territoire .

Quant à la mise en valeur des terres , elle véhicule d'autres indicateurs d'état physique sur lesquels nous reviendrons .

#### **2-2-3 Les indicateurs de réponse**

Les principaux facteurs de production eau-sol étant mal gérés , il s'ensuit un paupérisme graduel dans le tissu social .

La réponse gouvernementale à espérer , rentre dans la recherche globale d'un aménagement intégré .

La pression humaine, suite à un disfonctionnement du système socio-économique,

a pour conséquence logique , une pression sur le sol tant sur le plan physique que biologique.

### **3-Les indicateurs physiques.**

Ils s'adressent aussi bien au sol steppique que au sol saharien .

Si nous nous référons à la figure 1, 2 et 3 l'un des paramètres qui répond le plus fidèlement aux pressions anthropiques c'est le sol dont la corollaire est la dégradation du tapis végétal .

En effet , à l'échelle locale , dans un biotope donné , le sol est un indicateur fiable :

-son épaisseur est mise en cause .

-Sa stabilité se détériore notamment dans des écosystèmes fragiles , comme c'est le cas dans la steppe.

-Le taux de matière organique diminue et le rapport C/N est altéré.

-Augmentation de l'alcalinité.

-Salinité.

Les indicateurs sont facilement mesurables, l'enrichissement du sol en pierres et cailloux, par suite de l'érosion éolienne et/ou l'érosion hydrique en nappe et la susceptibilité à l'érodabilité, sont des indicateurs moyennement mesurables.

Ils restent cependant très contestables à l'échelle d'une décennie, nous référant ainsi à la grande pression qu'a subi la nappe alfatière ces dernières vingt années.

En effet, le sol déjà en équilibre précaire avec l'Alfa, s'est peu à peu appauvri après défrichement, en éléments fins et s'est enrichi en éléments pierriques et caillouteux.

L'aménagement du territoire mal conçu. Zones urbanisées à tort et à travers, engendre comme il est évident de le constater, une destruction de la morphologie végétale, dont l'influence sur le microclimat est évidente.

Par ailleurs, ne pas tenir compte du régime des pluies, de leur intensité, de leur capacité de ruissellement est un facteur déterminant dans l'accélération de la désertification donc de l'érosion, donc de la perturbation des sols.

Parmi les autres indicateurs de la qualité des sols, c'est le rapport C/N, sachant que le rapport C/N est stable et ne varie qu'à long terme.

Une minéralisation rapide de la matière organique, nous renseigne

- 1- Sur la masse microbienne active ;
- 2- Sur la variation saisonnière des micro-organismes (rapport entre C microbien et C total) ;
- 3- Sur la qualité du biotope dans lequel s'effectue cette dynamique. De nombreux exemples montrent que celle-ci dépend de la régularité des pluies d'une part et de la présence des sels dans le sol d'autre part.

La faune, microfaune, mesofaune et macrofaune (Fig.1) faisant partie intégrante de notre système, et étant étroitement liées au sol, il nous paraît tout à fait logique de citer les :

#### **4 - Bio-indicateurs**

##### **4.1 - Bio-indicateurs de pression**

Nous avons déjà parlé de l'homme comme bio-indicateur de pression (défrichement, urbanisme et consommation des terres, etc...)

Nous citons quand même, pour mémoire, que la quantité d'espèces (Blé par exemple) que nous avons introduites et dont nous ne connaissons pas l'effet sur le sol ni leur performance vis à vis du climat, ainsi que la négligence des espèces autochtones, a fait que non seulement nous avons négligé leur biodiversité, mais en plus, sanctionné une population en perturbant ses habitudes par l'imposition d'espèces importées non conformes à nos biotopes.

##### **4-2 Bio-indicateurs d'état**

L'intervention sur un écosystème ne peut se faire qu'après les diagnostics phytoécologiques qui renseignent :

- 1- Sur la richesse et l'abondance de la biodiversité (écosystème à préserver) , calculée par le nombre de groupes taxonomiques existants(voir définition p. 1)
- 2- Sur l'état des espèces en voie de disparition et qui sont indicatrices de la précarité d'un écosystème (aménagement)
- 3- sur l'état physique d'un écosystème en dégradation avancée.

#### 4-3 Les bio-indicateurs de réponse

Comme dans le cas des indicateurs socio-économiques ,ici l'intervention des différents acteurs est nécessaire .

-Recherche scientifique dont les actions vont se porter sur la réhabilitation du sol, domestication de l'eau , augmentation et/ou préservation de la biodiversité ,protection des biotopes d'intérêt écologique et/ou économique certain (par exemple nappe alfatière et écosystème oasien ).

#### 5-1 les réponses

Au vu de l'analyse de tous les indicateurs, les réponses pour l'obtention d'un développement durable peuvent se résumer comme suit :

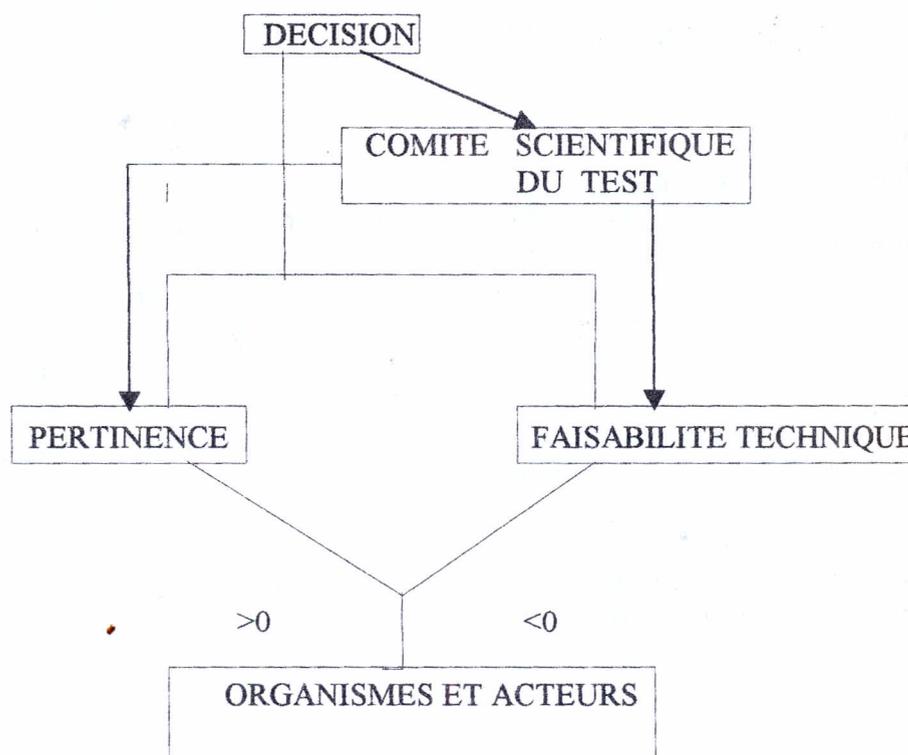
-Etablissement d'un plan d'action national dont les objectifs se traduisent par la lutte contre la désertification , l'action indirecte sur le climat et mettre tous les acteurs en oeuvre pour une finalité commune : le DEVELOPPEMENT DURABLE.

-Préciser les fondements de ce plan d'action national ; L'un des éléments essentiels reste à préciser le rôle de chaque acteur .

- Doter ce plan d'action national d'une armature juridique conforme au système social et coutumier en place.

- L'appliquer sur des projets déjà existant et le tester .

En quoi consiste le test



## NATIONAUX

**Tab 4 :** Effets d'une mauvaise conception de l'aménagement du territoire en zone oasienne, exemple de Ourgla et Oued souf.

Indicateurs	Pression	Etat	Réponse
L'aménagement du territoire non conçu système	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Démographique</li> <li>- Multiplication de l'habitation</li> <li>illicite et anarchique</li> <li>-Empiètement sur les écosystèmes utiles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aliénation des droits des généralisations futures</li> <li>- Dégradation et diminution de la surface agricole</li> <li>- Dégradation de la palmeraie par la remontée des eaux .</li> <li>- Salinité</li> <li>- Mauvaise gestion des eaux usées</li> <li>- Redistribution biologique des micro-organismes tellurique dont certains sont nuisibles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réhabilitation des Ksours</li> <li>- Repenser de de drainage des eaux usées.</li> <li>- Repenser la politique de l'urbanisme.</li> <li>- Soutien par l'outil juridique.</li> </ul>

**Tab 5 :** La salinité ressort dans tous les cas comme étant une conséquence d'une mauvaise gestion de l'espace.

Indicateurs	Pression	Etat	Réponse
Mauvaise gestion de l'espace l'eau	Salinité	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dégradation de la structure du sol</li> <li>- Diminution de la biodiversité microbienne d'où ( détérioration du rapport C/N , alcalinité des sols, multiplication des périmètres abandonnés après salinisation)</li> <li>- D'où aliénation du droit aux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Outil juridique rigoureux quant à l'utilisation de</li> <li>- Maîtriser les techniques des d'irrigation aux zone arides.</li> </ul>

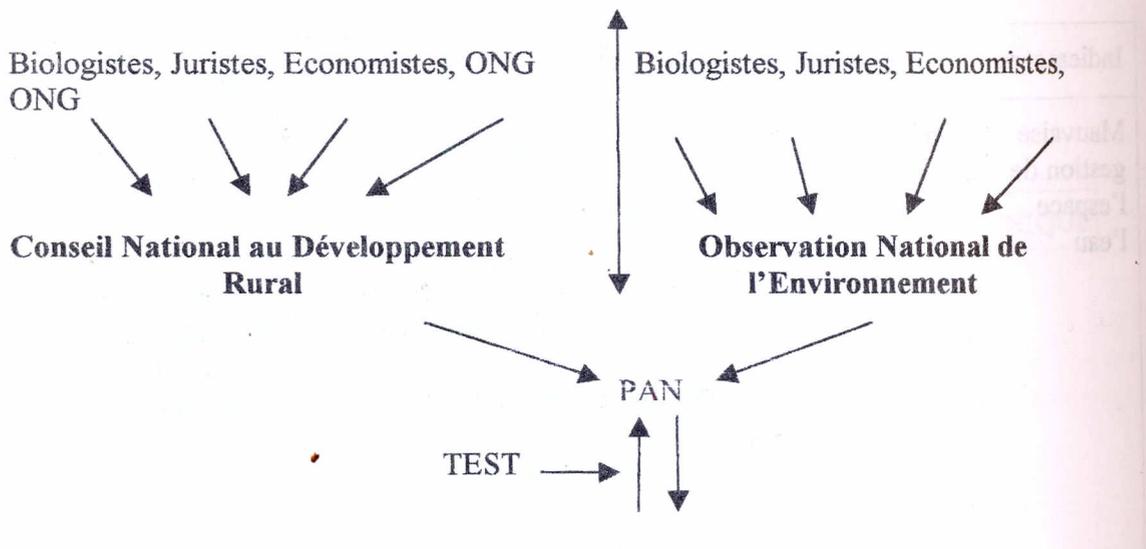
générations futures.

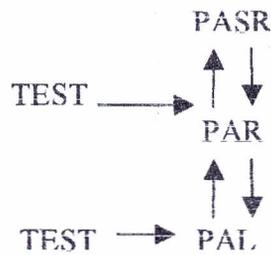
**Tab 6** : Qu'appelle-t-on la bonne décision ?

Pression	Etat	Réponse
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Paupérisme</li> <li>- Faible croissance en zone semi-aride et aride</li> <li>- Outil juridique inadéquat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dysfonctionnement social</li> <li>- Mutation social incontrôlées</li> <li>- Dysfonctionnement de la relation Homme-Terre-Agriculture</li> </ul>	Scientifique Sociologue Juristes <pre>           graph TD             A[Scientifique Sociologue Juristes] --&gt; B[Décision]             B --&gt; C[Pertinence]             C --&gt; D[Test]             D --&gt; E[Bonne décision]           </pre>

C'est le passage de la nébuleuse à la décision claire, transparente et juste.

**Secrétariat d'état au développement des zone arides et semi arides**  
**Ministère de l'environnement et d'aménagement du territoire.**





**Fig 5 : fonctionnement de la décision**

### **Conclusion :**

Quelques acteurs en vue d'atteindre un développement durable .

Les actions sont nombreuses , mais nous ne citons que les plus importantes :

- Mobiliser les ressources en eau ;
  - Les utiliser raisonnablement .
  - Lutter contre la désertification .
  - Lutter contre la salinité .
  - Réhabiliter l'espèce oasisien (Foggaras, palmiers, Ksour).
  - Réhabiliter les périmètres irrigués .
  - Aménager des sols dégradés .
  - Etablir un appui institutionnel .
- 1- Créer un conseil national au développement durable comprenant des scientifiques, biologistes , économistes et juristes .
  - 2- Créer le ministère de l'environnement et l'aménagement du territoire .
  - 3- Créer un observatoire national de l'environnement .
  - 4- Procéder à la promotion et vulgarisation .
  - 5- Appuyer la recherche
  - 6- Etablir un code sur la gestion des espèces naturelles .
  - 7- Redynamiser les O.N.G.

### **Bibliographie :**

ENNE C.(1999) Les indicateurs d'impact de la CCD .  
Paris , 29 Juin -2 Juillet 1999.

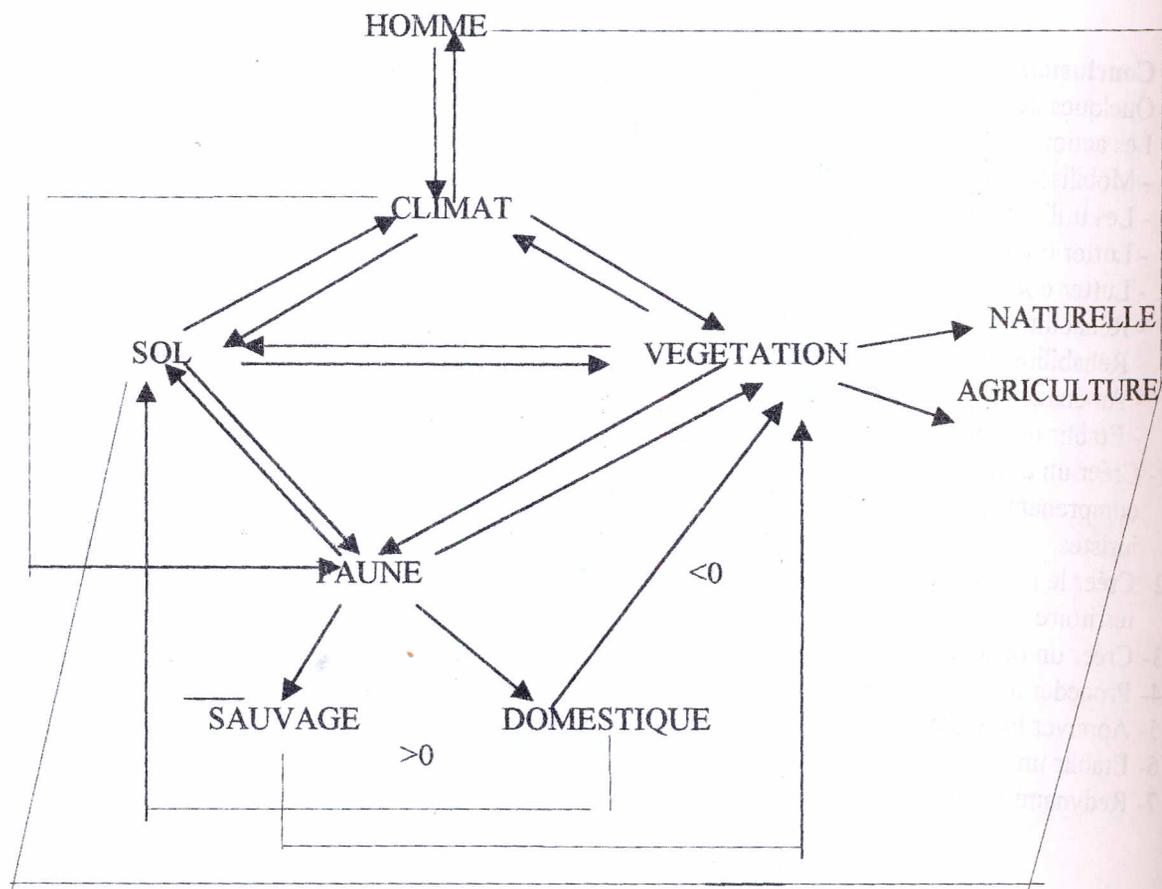


Fig 1 MONOSPECIFICITE

**ATELIER  
AGRONOMIE**

**AXE I : SOL**

**Thème 1 :**

**FERTILISATION**

# Contribution à l'étude de la dynamique de N.P.K. dans le système sol-plante en conditions agro-pédologiques sahariennes

CHELOUFI Hamid et SOUISSI Malika.

Institut d'Agronomie Saharienne, Centre Universitaire de Ouargla.

## Résumé

La céréaliculture au niveau des régions sahariennes a connu une évolution très importante ces dernières années ou des milliers d'hectares ont été emblavés sous centre pivot. De ce fait et pour assurer des rendements acceptables, l'amélioration des techniques culturales est une nécessité.

L'expérimentation objet de cette étude est de contribuer à la définition d'une fertilisation minérale de base (N.P.K.) à même d'assurer une meilleure productivité.

Ce travail conduit au niveau de la station expérimentale de l'I.T.D.A.S. de Hassi Ben Abdallah (Ouargla) durant la campagne 1997/98 sur trois doses de N.P.K. soit respectivement ((90.45.105) ; (180.90.210) ; (270.135.315)) et en présence d'un extracteur biologique (blé dur) a permis de tirer les conclusions suivantes :

1. Sur le plan strictement agronomique ; la plus forte dose (T3) est toute indiquée puisque la production de matière sèche a été conséquente.
2. Sur le plan agro-physiologique ; la plus faible dose (T1) a montré ses limites ; la (T2) est toute indiquée en fonction des coefficients élevés d'assimilabilité par la plante des éléments fertilisants apportés.
3. Sur le plan économique et à priori, la (T2) s'avère être la plus intéressante du fait que la (T3) n'a engendré qu'un surplus faible de production de matière sèche par rapport à celle-ci.

Mots clés : Fertilisation, N.P.K. , Blé dur, Région aride.

## Summary

During these last years, cereals agriculture has been considerably evolved in saharan regions. Thousand hectares are sowed with cereals under pivot centres. Therefore, the improvement of the cultivation techniques, in this field, is necessary in order to get high yield.

The aim of our study is to determine the (N.P.K) mineral fertilizers that can increase the productivity of cereals.

The experimentation took place at I.T.D.A.S. of Hassi Ben Abdallah (Ouargla) during the period 1977/98 using three doses of N.P.K. which are respectively : ((90.45.105) ; (180.90.210) ; (270.135.315)) with a presence of hard wheat as a biological extractor.

The results of this study are as following :

1. From an agronomy aspect the highest dose (T3) is the best basing on the productivity of the dry matter which is considerable.
2. Concerning the agro-physiological aspect the limits of the lowest dose (T1) became evident, but (T2) is recommended because with this dose the assimilation coefficient of fertilisers by the culture increased.
3. Regarding the economic aspect (T2) should be the more intruding dose than (T3) comparing the dry matter that produced using the two dose.

Key words : Fertiliser, N.P.K., Hard wheat, Arid region.

## **I. Introduction :**

L'amélioration de la production agricole et plus particulièrement celle relative à la céréaliculture en tant que culture stratégique doit passer automatiquement par une maîtrise des techniques culturales ; c'est à ce prix que nous pourrions atteindre des rendements acceptables même si le déficit hydrique au sens large du mot constitue un handicap sérieux. Au niveau des régions sahariennes où l'eau est disponible, il reste à maîtriser les autres facteurs et essentiellement celui lié à la fertilisation minérale devant un sol à très faible fertilité.

C'est dans le cadre de cette préoccupation que s'inscrit notre étude ; les quantités apportées au sol doivent participer significativement à l'alimentation des plantes cultivées. De ce fait, un protocole expérimental a été mis en place pour juger de quelques doses de fertilisation minérale impliquant les éléments majeurs à savoir l'azote, le phosphore et le potassium.

Cet essai basé à l'I.T.D.A.S de Hassi Ben Abdallah (Ouargla) a été suivi tout au long de la campagne agricole 1997/98 où différents prélèvements de sol et plante ont été réalisés pour doser N, P et K.

## **II- Matériels et méthodes**

### **II-1- Dispositif expérimental :**

C'est un dispositif de type blocs aléatoires complets comportant trois traitements avec trois répétitions pour chaque traitement soit 27 pots d'environ 8.5 Kg de terre chacun à savoir :

- T1 : N(90) , P(45) et K(105)
- T2 : N(180), P(90) et K(210)
- T3 : N(270) , P(135) et K(315)

Les engrais de fond à savoir potassiques et phosphoriques ont fait l'objet d'un apport à partir respectivement du chlorure de potassium (50% K<sub>2</sub>O) et le superphosphate (46% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) . La fertilisation azotée a été apportée à partir de l'urée (46% N) en trois temps soit le ¼ au semis, le 1/4 au début tallage et ½ au début montaison.

Deux facteurs sont statistiquement analysés à savoir celui se rapportant à la dose de fertilisation (F1) et celui relatif au prélèvement cinétique des engrais par la plante (F2). Cette appréciation cinétique du niveau nutritionnel de la plante est rendu possible grâce aux différentes analyses sur le sol et la plante aux principaux stades végétatifs : tallage, montaison et maturité.

### **II-2 Matériel végétal :**

Le matériel végétal utilisé est un blé dur, variété Oued Zenati qui se caractérise par sa précocité, un tallage moyen pour une production moyenne. Elle a présenté une faculté germinative de 98.5 % pour un poids moyen de 41.53 g/1000 grains.

### **II-3 Caractéristiques du sol et de l'eau**

\* sol : c'est un sol à texture sablo-limoneuse refermant plus de trois quart de sable : il se caractérise par un très faible taux de matière organique (0.09%), un pH alcalin (8.84) et une conductivité électrique de l'ordre de 1.05 en surface et qui tend à s'accroître en profondeur.

\* eau : l'eau utilisée dans l'irrigation appartient au continental intercalaire ; son degré d'alcalisation est faible (SAR= 4.39 et ESP = 4.35) , elle présente une CE de 3.38 et pH de 8.10

### III- Résultats et discussions :

La définition d'une dose optimale de fertilisation (simple ou composée) a fait l'objet de recherches très poussées à travers le monde ; ces travaux se sont essentiellement intéressés aux éléments majeurs à savoir l'azote, le phosphore et le potassium.

L'utilisation récente des isotopes a permis de préciser davantage les cycles pédo-chimiques des éléments minéraux et par conséquent de mieux résonner les apports des fertilisants minéraux.

L'expérimentation pluriannuelle dans ce cas précis est plus qu'une condition car les facteurs qui agissent sur le devenir des fertilisants tant minéraux qu'organiques sont multiples et divers. Les résultats obtenus (annexe) au titre de cette expérimentation sont synthétisés, analysés et commentés dans ce qui suit .

#### III-1- Exportation de NPK par la plante :

\* Exportation de l'azote : les résultats matérialisés par la figure (1a) montrent un prélèvement cinétique logique de l'azote par la plante. il est intéressant aussi de souligner cette valorisation constante de la fertilisation azotée puisque à chaque fois que le niveau de l'apport augmente, l'absorption a été conséquente et cela quelque soit le stade végétatif de la plante-test.

\* Exportation du phosphore : les résultats matérialisés par la figure (1b) montrent un prélèvement cinétique qualitativement semblable au prélèvement de l'azote. De même que l'azote, l'absorption du phosphore a été plus importante pour la dose la plus importante.

\* Exportation du potassium : concernant ce dernier élément, les résultats matérialisés par la figure (1c) indiquent une exportation cinétique du potassium semblable à celle des autres éléments. Comme dans les cas précédents, l'absorption du potassium par la plante est plus importante pour la plus forte dose

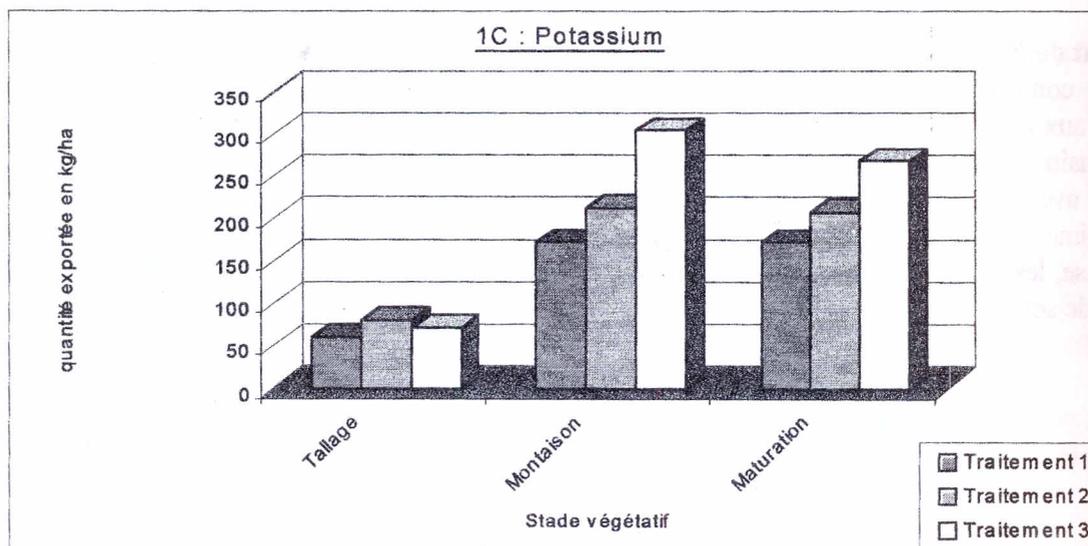
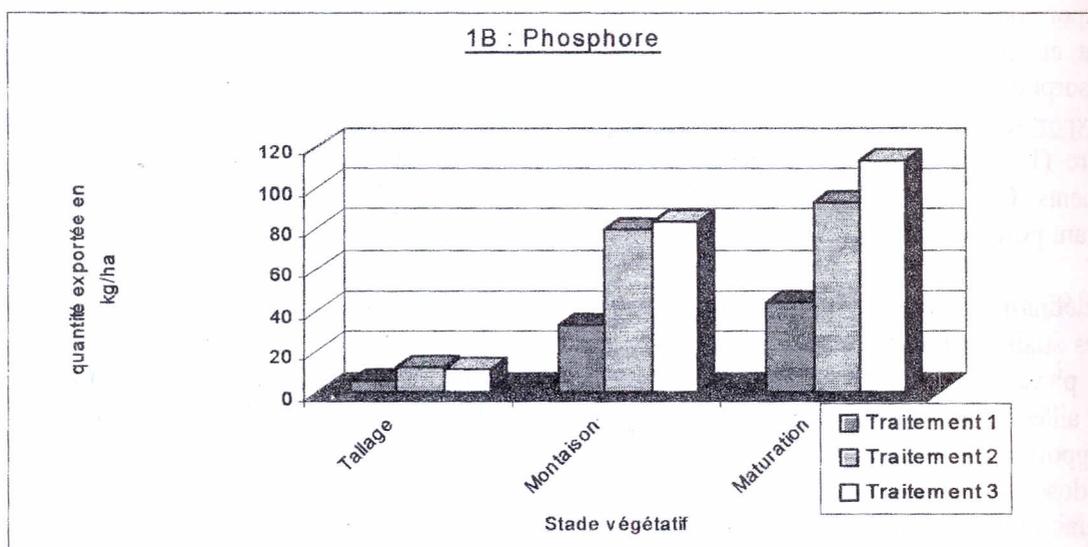
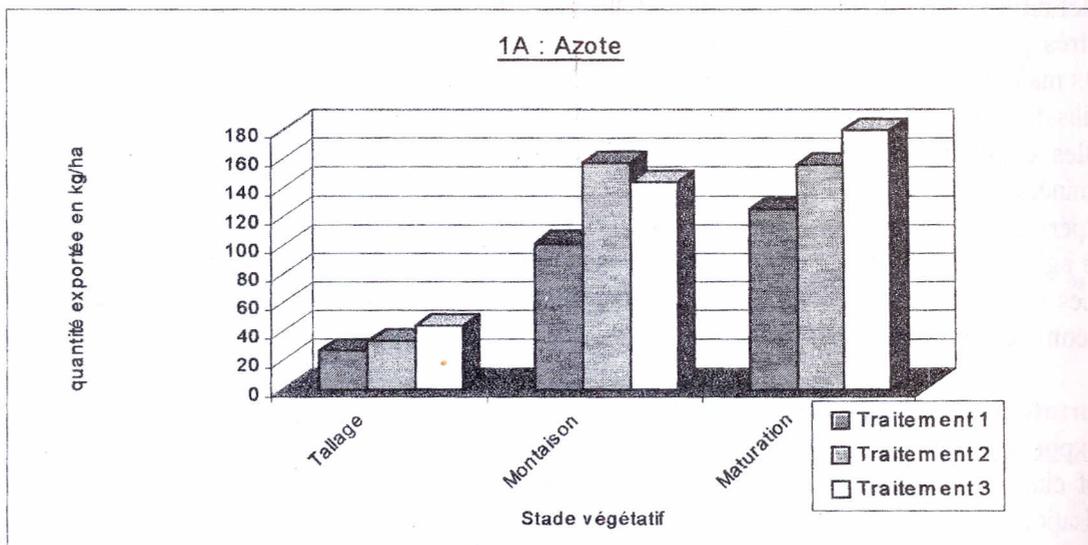
En définitif, les résultats montrent un prélèvement cinétique de N.P.K par la plante en fonction des stades végétatifs avec un ralentissement entre les deux derniers stades puisqu'il s'agit d'une phase de transferts des éléments minéraux des organes végétatifs aux organes de réserve. Par ailleurs, la plante a valorisé d'une façon croissante N.P.K en fonction des quantités d'engrais apportés ; l'étude statistique montre une même valorisation pour les deux plus importants doses (T2 et T3).

Du fait qu'un pallier n'a pas été atteint et tenant compte des conditions expérimentales, il existerait peut être un niveau supérieur de fertilisation (N.P.K.) qui traduirait une meilleure production .

#### III-2-Statut de N.P.K. dans le sol

Les contrôles cinétiques effectués tant sur les quantités totales qu'assimilables se rapportant aux trois éléments minéraux ont montré des différences non significatives. Il nous faut reconnaître que quelque soit la dose d'engrais apportée, il a été toujours très difficile d'apprécier avec les méthodes classiques les possibles variations ; ces dernières ne peuvent qu'être minimales du fait du rapport qui existe entre l'apport et les quantités endogènes. En tout état de cause, les concentrations sont faibles et indiquent de ce fait le niveau de fertilité faible de ce type de sol.

**Fig 1 : Exportation des fertilisants minéraux par la blé dur à différents stades végétatifs**



### **III-3 Bilan de l'exportation des éléments minéraux par la plante :**

Le bilan réel relatif au devenir d'un fertilisant minéral quelconque n'est possible que si tous les compartiments sont pris en compte et qu'un marqueur isotopique a été utilisé.

Dans le cadre de cette expérimentation, les bilans calculés qui suivent constituent une référence acceptable car :

- 1- la fourniture endogène des éléments est très faible du fait d'un complexe organo-minéral insignifiant mais les résultats donnés ne peuvent à aucun cas être assimilés à un coefficient réel d'utilisation de l'engrais apporté
- 2- les pertes par lixiviation de ces éléments minéraux ont été évitées délibérément dans la définition du protocole expérimental

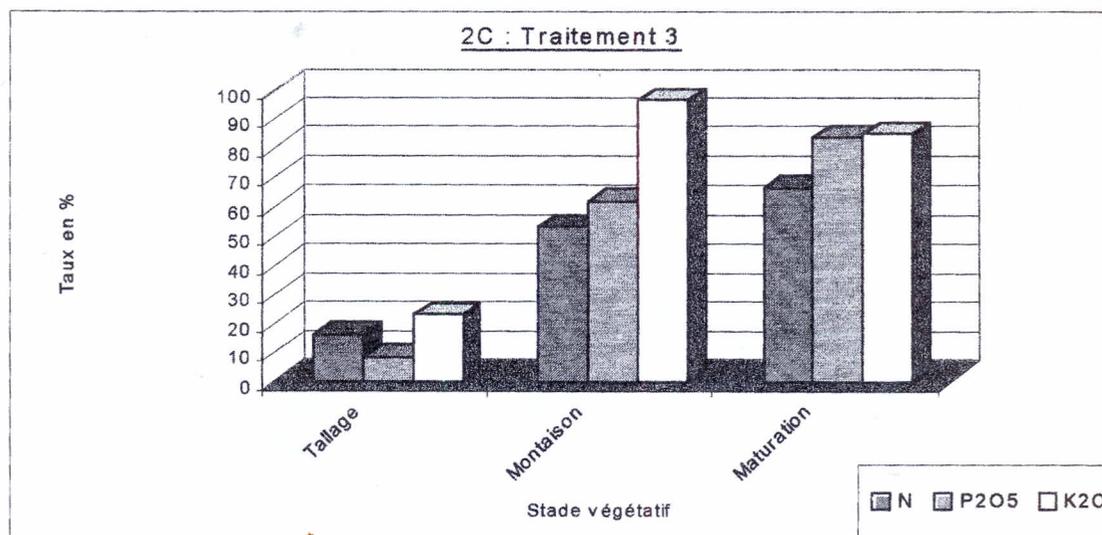
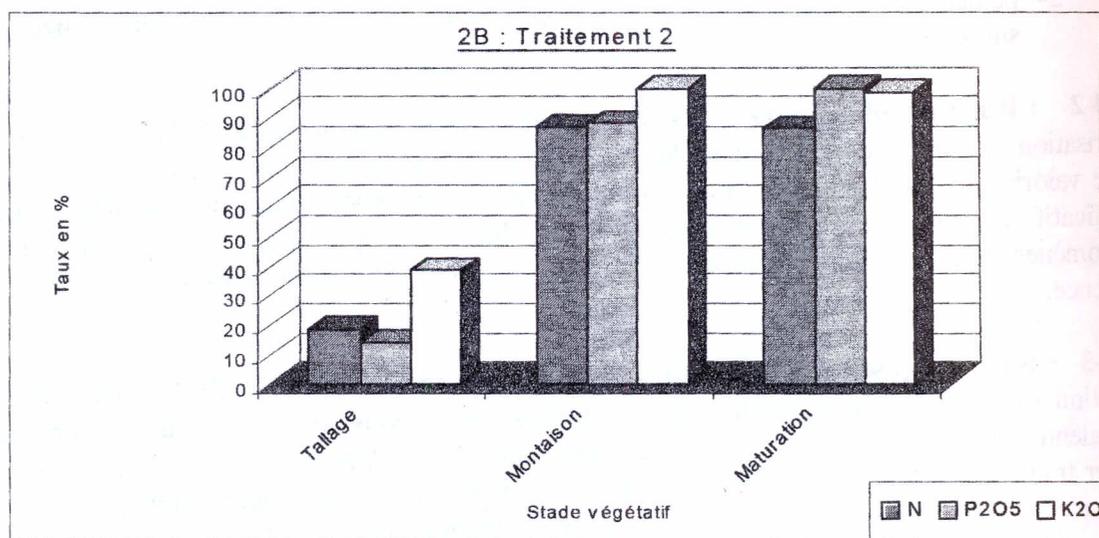
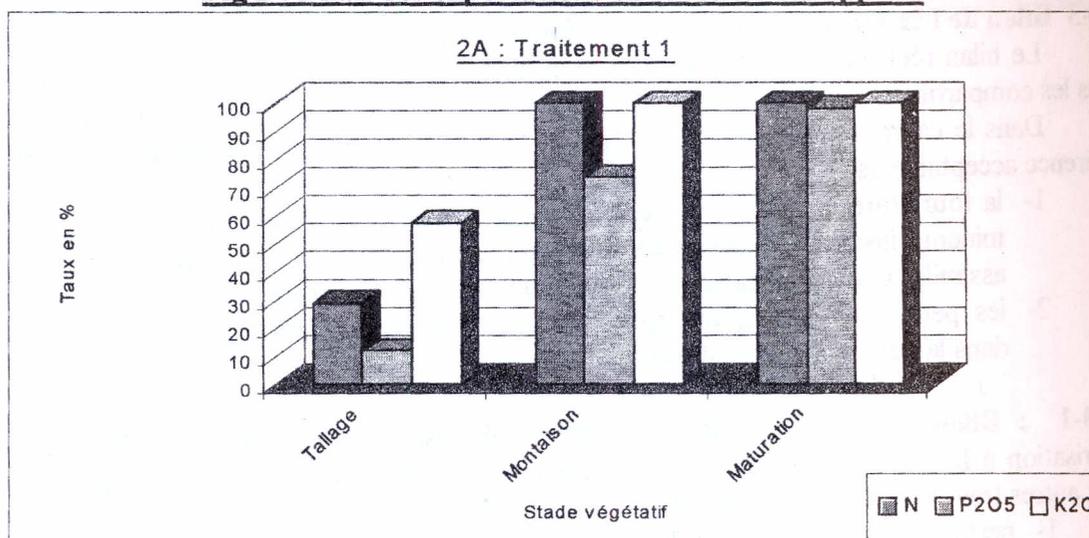
**III-3-1 : Bilan de l'azote** : les résultats matérialisés par la figure (2.1) indiquent une valorisation à hauteur de 100% pour le premier traitement; ; celle-ci étant moindre pour les deux autres traitements. Deux hypothèses pour expliquer cette diminution

- 1- perte de l'azote par volatilisation accentuée du fait de l'augmentation des apports azotés minéraux dans un sol à pH alcalin,
- 2- pallier d'absorption de l'azote par la plante ayant été atteint ; ce dernier peut agir sur le premier.

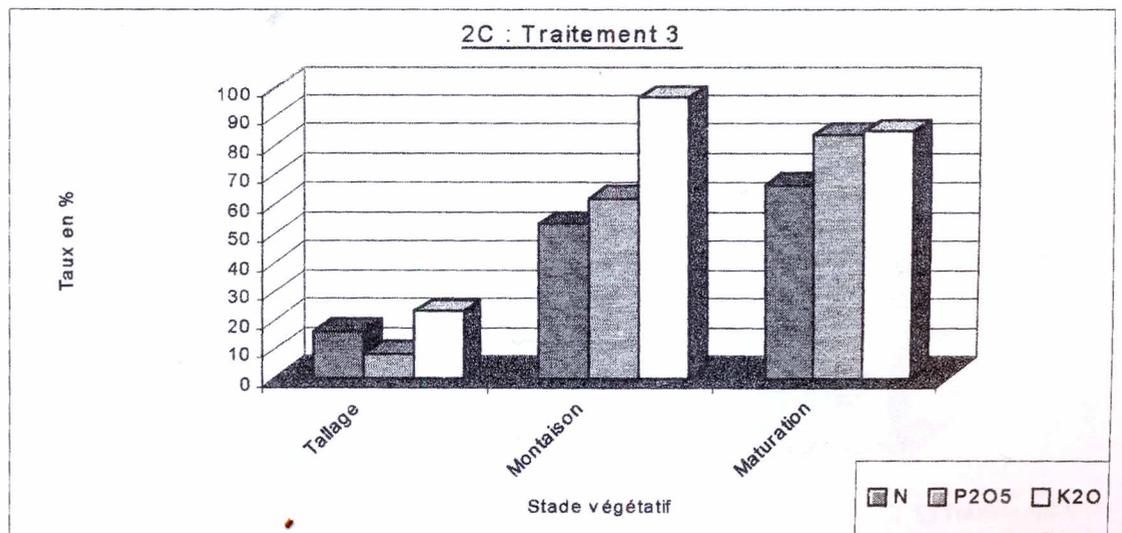
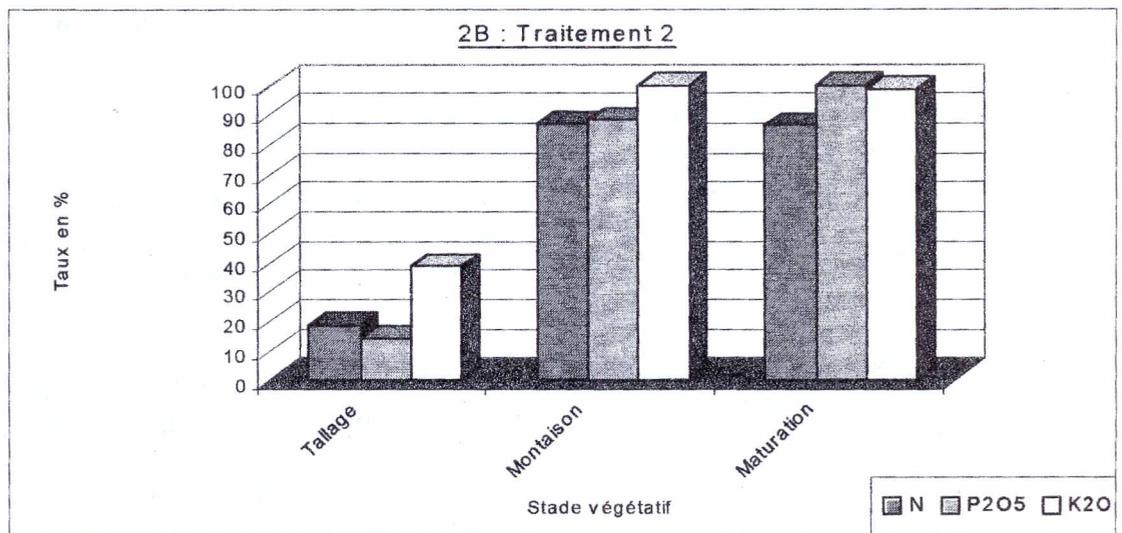
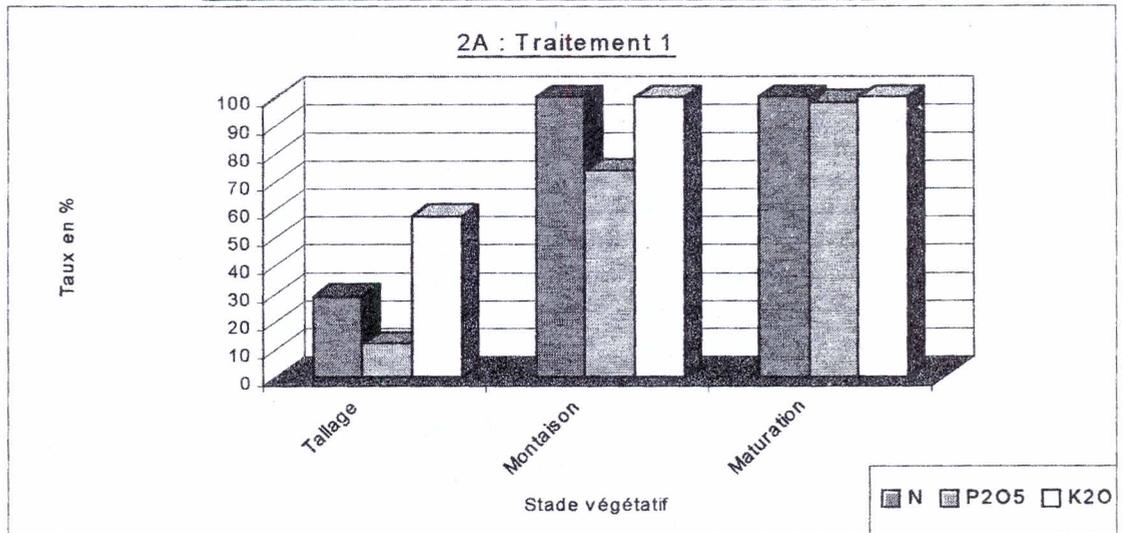
**III-3-2 : Bilan du phosphore** : les résultats matérialisés par la figure (2-2) indiquent une valorisation de l'ordre de 100% pour les deux premiers traitements à la fin du cycle végétatif . Cette valorisation est moins importante pour le dernier traitement mais avec un niveau assez significatif. En fonction de l'ambiance physico-chimique propre à ce type de sol, ou les phénomènes de précipitation pourraient être importants, la T3 peut constituer une dose de référence.

**III-3-3 : Bilan du potassium** : Les résultats matérialisés par la figure (2-3) montrent une évolution similaire à celle constatée pour le phosphore ; nous remarquons une valorisation équivalente à 100% de l'apport pour les deux premiers traitements et à hauteur de 85% pour le dernier traitement. Du fait que les pertes de cet élément sont moins importantes que les deux autres éléments ; la dose à préconiser se situe valablement entre la T2 et la T3.

**Fig 2 : Bilan des exportations en fonction des apports**



**Fig 2 : Bilan des exportations en fonction des apports**



#### IV-Conclusion

Malgré la simplicité du protocole expérimental puisque l'effet combinatoire des trois éléments fertilisants dans la définition des traitements n'a pas été pris en compte ; les résultats auxquels nous sommes arrivés constituent une référence acceptable.

Le test biologique pour apprécier la valorisation des apports d'engrais est un outil qui a montré son efficacité ; l'inconvénient majeur réside dans le fait qu'il ne fait pas la part des choses c'est à dire apprécier l'origine des éléments prélevés par la plante. Ces derniers proviennent de l'engrais mais aussi des réserves du sol dans des proportions variables liées aux conditions de la culture.

Partant du principe que la fourniture du sol est négligeable(cas de notre région), nous pouvons considérer que ce qui a été prélevé par la plante aurait majoritairement pour origine les engrais ajoutés au sol . Cela est d'autant plus valable pour l'azote et le phosphore mais discutable concernant le potassium sachant que les eaux d'irrigation renferment une quantité appréciable.

En fonction des résultats obtenus, il est intéressant de tirer valablement les conclusions suivantes :

- 1- un prélèvement cinétique des éléments minéraux suivant une logique physiologique néanmoins l'intensité de prélèvement est en faveur du potassium puis de l'azote et enfin le phosphore
- 2- sur le plan strictement agronomique et à travers donc la production de la matière sèche, nous pouvons dire que la dose de fertilisation la plus importante est la plus indiquée du fait que la production obtenue est de loin la meilleure par rapport aux deux autres traitements
- 3- sur la plan agro-physiologique, la dose minimale a montré ses limites ; la dose intermédiaire s'avère plus intéressante puisque la différence n'est pas significative avec la dose maximale. Néanmoins, le type d'engrais mais aussi le niveau de fractionnement de l'apport pourraient inverser le jugement.
- 4- sur le plan économique et quoique l'appréciation chiffrée n'a pas fait l'objet de cette étude, il s'avère que la dose intermédiaire est plus intéressante car le surplus d'engrais n'a engendré qu'une faible augmentation de la biomasse végétale.

En définitif, ces premiers résultats indiquent que les doses intermédiaire et maximale peuvent constituer une référence de fertilisation azoto-phospho-potassique pour le blé dans la zone agro-écologique objet de cette étude.

D'autres investigations seront certainement nécessaires pour confirmer les résultats obtenus. Les paramètres qui n'ont pas fait l'objet de cette étude et au vu de leur importance (types d'engrais, fractionnement, conditions réelles d'expérimentation ...) devront être nécessairement pris en compte dans des expérimentations futures .

## Références bibliographiques

**ADJABI K., 1992**

Contribution à l'étude de l'impact de la fertilisation azoto-potassique sur l'absorption de K par une culture de blé dur et mouvement de l'azote minéral dans un sol sableux en zone aride (région de Ouargla) . Thèse Ing. INFS/AS Ouargla- Algérie. 76p

**ARAKRAK A., 1989**

Caractérisation de l'assimilabilité des ions PO<sub>4</sub><sup>---</sup> en sols calcimorphes. Thèse Doc. INPL/ENSAIA. Nancy-France. 108p

**BARBIER G., 1961**

Evolution du potassium dans le sol et besoins des cultures en engrais potassique. Revue de la potasse, Berne-Suisse, section 16, pp1-7

**CHELOUFI H., 1991**

Etude du devenir des fertilisants azotés minéraux dans quatre types de sols cultivés Lorrains . Conséquences agronomiques et écologiques. Thèse Doc. INPL/ENSAIA, Nancy-France, 143p

**CHELOUFI H ;, 1992**

Contribution à l'étude de la pollution des nappes par les nitrates : problématique et solutions agronomiques. Journées d'étude sur la céréaliculture sous pivot ; Ouargla-Algerie, 21-23 janvier, 20p

**CHELOUFI H., BOUAMMAR B., IDDER M.A., MESSAITFA A., EDDOUD A., ATTALAH S., 1999**

Etude des problèmes de la mise en valeur agricole dans les régions sahariennes pour une proposition de modèle d'exploitation agricole. 1<sup>er</sup> Séminaire National sur les zones Arides et Semi-arides. Djelfa -Algerie , 16-17 mai., 7p

**CHELOUFI H, LONGA N., FLORENTIN L., MORLOT M., 1990**

Contribution à l'étude de l'influence des agrosystèmes et d'un apport de fertilisant azoté sur la qualité des eaux potables. Cas de la commune de Loisy, Meurthe et Moselle. C.R.Acad. Agri. Fr., 145-154.

**DUCHEFOUR Ph., 1979**

Pédologie : constituants et propriétés du sol . Edition Maison Paris, pp386-392

**FARDEAU J.C., MOREL C., 1988**

L'offre alimentaire du sol en phosphore. Perspectives Agricoles, (127), pp 20-27.

**GROS A., 1979**

Engrais : guide pratique de la fertilisation. Maison Rustique, 7<sup>ème</sup> édition. pp123-433

**GUIRAUD G., BONIFACE R., 1987**

Utilisation de l'azote 15 pour les études de transfert d'azote dans le système sol-plante. C.R.Acad. Agri. Fr. , (73) pp 23-28

**JACQUIN F., CHELOUFI H., SULCE S., VONG P.C., 1991**

Cinétique d'immobilisation d'un engrais azoté : conséquences agronomiques et environnementales. Séminaire sur la gestion de l'azote agricole et qualité des eaux organisé par la Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Arlon-Belgique, 23-24 mai, 15p.

**JACQUIN F., CHELOUFI H., VONG P.C., 1992**

Immobilization and mineralization kinetics of a nitrogen fertilizer in calcareous clayey (rendzina). The science of the Total Environment, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 271-278

**MEKLIICHE A., 1983**

Contribution à l'établissement de la fertilisation azotée dans le haut- chelif. Thèse Maj. INA El harrach-Algerie, 81p

**REMY J.C. HUBERT J., 1977**

Le devenir des engrais azotés dans le sol. C.R.Acad. Agri. Fr. pp700-714

**SAADI H., 1997**

Etude du comportement de dix variétés d'avoine en milieu oasien : cas de la région de Ouargla. Thèse Ing. INFS/AS Ouargla-Algerie, 54p

**SOLTNER D., 1988**

Les bases de la production végétale. Collection science et techniques agricoles. 16 ème édition. 464p

**SOUISSI M., 1998**

Contribution à l'étude de la dynamique de N.P.K dans le système sol-plante en conditions agro-pédologiques sahariennes. Thèse Ing. IHAS, C.U.Ouargla-Algerie, 43p-

Annexe : Principaux résultats relatifs à l'expérimentation

Traitement	Elément fertilisant	Dose d'engrais appliquée	Rendement					
			Tallage		Montaison		Maturation	
			kg/ha	Taux (%)	kg/ha	Taux (%)	kg/ha	Taux (%)
Traitement 1	N	90	26.0	28.9	101.4	100(112.7)*	124.3	100(138.1)
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	45	5.5	12.2	33.2	73.8	44.3	98.4
	K <sub>2</sub> O	105	60.5	57.6	172.2	100(164)	172.2	100(164)
Traitement 2	N	180	33.3	18.5	156.4	86.9	155.5	86.4
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	90	12.4	13.8	79.6	88.4	92.8	100(103.1)
	K <sub>2</sub> O	210	80.8	38.5	212.3	100(101.1)	207.6	98.9
Traitement 3	N	270	43.4	16.1	143.3	53.1	179.2	66.4
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	135	11.3	8.4	83.7	62.0	113.0	83.7
	K <sub>2</sub> O	315	72.4	23.0	303.8	96.4	267.9	85.0

# Contribution à l'étude des boues résiduaires. Intérêts agronomiques et effets des polluants dans le sol et le végétal

**DEBBAS B.**  
**Univ. Mostaganem**

## RESUME

Depuis quelques années, l'évolution des facteurs économiques tels que le prix des matières premières associées au soucis de préserver l'environnement, ont fait prendre conscience de la nécessité d'une meilleure gestion de nos ressources valorisables.

Par ailleurs, l'orientation exclusive de l'agriculture, vers la production végétale et la disparition progressive du fumier, peut constituer un argument supplémentaire pour la valorisation et l'utilisation des déchets urbains et industriels en agriculture.

L'épuration des eaux usées génère un sous produit dit boues résiduaires ; Ce matériau est riche en éléments fertilisants, ce qui leur confèrent une typologie d'un amendement organique. Les résultats de l'expérimentation ont montré que les rendements des parcelles ayant subits les traitements de boues peuvent atteindre le double des parcelles témoins.

Ce pendant, l'utilisation de ces boues en agriculture reste incertaine et se heurte en pratique à l'inquiétude manifestée par les hygiénistes et les agriculteurs du fait de leur charge de polluants, parfois élevée en métaux lourds et en germes pathogènes.

L'étude de la fraction assimilable des métaux contenus dans la boue montre une faible mobilité de ces derniers ; ce qui sous entend une faible disponibilité vis à vis de la plante.

Toute fois, l'analyse des organes aériens des plantes issues des parcelles ayant subits des traitements de ces matériaux, signale une accumulation en métaux réputés toxiques tel que le cadmium et le plomb, ou le taux dépasse le seuil d'absorption journalier tolérable pour la laitue ( Légume feuilles).

C'est dans cette problématique que des précautions d'emploi peuvent s'imposer à plusieurs niveaux en cas d'utilisation agricole d'un tel matériau , dans le soucis majeur en premier lieu de bien préserver l'environnement.

Mots clefs :

- Boues résiduaires
- Eléments fertilisants - Pollution - Métaux lourds - germes pathogènes - Laitue Substrats maraîchers.

# SUMMARY

Since few years, economical factors evolution, such as raw materials prices associated to the concern of protecting the environment, brought awareness about the necessity of a better gestion of our valorizable ressources.

Other, the exclusive orientation of agriculture towards the vegetable production and the progressive extinct of manure, can constitute a supplementary argument for the valorization and use of urban industrial waste in agriculture.

The purification of the used waters generates a subproduct called the "waste mud", this material is rich of fertilizer elements, which confer a typology of an organic provement. The experience results have shown that the plots produces being submitted to mud processing, may reach the twofold of the plots given as samples.

Yet, this use of muds in agriculture remains uncertain and is shocked in practice to the care manifested by the hygienists of the agriculturalists because of the pollutants charge, sometimes higher in heavy metals and in pathogenic germs.

The stridy of the assimilable fraction of the contained metals in the mud, shows a weak mobility of these lateres, which means a weak availability in the plant.

However, the analyses of the plants aerial organs issued from plots that were under treatments of these materials, shows an accumulation of metals said to be toxic such as cadmium and lead, where the rate exceeds the tolerable daily absorption for lettuce (vegetable-leaf).

The issued fruit from pots (tomato) analys, and those issued from pots (bean), makes us thinking that there is no clear toxicity risk, (tolerable daily absorption), the absence of an element said to be toxic like the cadmium within kinds of mud samples (lazoned and dairies).

Also, a soil modification after harvesting, by the increase of mineralization rates in both the two muds is uncertainly proved.

The results analysis and farming of the variables of the muds different mixtures with the loam, used as market garden substrats, permitted us to make into evidence the most performant treatments of different rates of lazoned muds mixtures and the dairy produces muds.

It is in that problematic that the use precautions may impose themselves at several levels, in case of agricultural use of such a material, in the main care for one thing of protecting the environment.

---

Key words :

Waste muds - Pollution - Heavy metals - Lettuce - Tomat - Bean - Substrats.

## ملخص

في خلال السنوات الأخيرة، أصبح تطوير عوامل الإقتصاد مثل سعر المواد الأولية مع المحافظة على المحيط مرتبط حتماً بإيجاد تسيير محكم لمواردنا ذات القيمة.

من جهة أخرى، التوجه المطلق للفلاحة نحو الإنتاج النباتي و الفقدان المتزايد للسماد العضوي، يستطیع أن يكون حصة إضافية لإستغلال و إستعمال بقايا المدن و الصناعة في الفلاحة.

عملية تصفية المياه الملوثة تعطي لنا مفتوح مستخلص غني بالعناصر المخصصة، مما يعطي لهذه العناصر صيغة المحسن العضوي. نتائج الإختبارات أظهرت أن المصالح في قطع الأراضي المعالجة بالوصل المستخلص تستطیع أن تساوي مرتين معدل القطع الغير معالجة.

رغم أن إستعمال الوحل في الفلاحة يبقى غير مؤكد و يتصادم عند التطبيق مع المهتمين بالوقاية و الفلاحين و ذلك لكمية المواد الملوثة و في بعض الأحيان وجود معادن ثقيلة و جراثيم.

إن دراسة المعادن الموجودة في الوحل تبين ضعف تحرك هذه الأخيرة، مما يبين ضعف إحتياجات النبتة بالنسبة لهذه العناصر.

إضافة إلى تلك العملية فبعض الأعضاء الهوائية للنبات المتواجد في قطع الأراضي المعالجة بالوحل تعطي تراكم هذه الأخيرة (أي العناصر) المشهورة و السامة.

مثل الكاديوم، الرصاص، و أن معدل الإمتصاص المسموح به يومياً يفوق الحد مثال على ذلك الخس (خضرة مفيدة).

عملية فحص ثمار الطماطم الموضوعه داخل أوعية و كذلك الفاصوليا المنتجة في قطع الأراضي، نستطیع من خلالها القول بأنه لا يوجد أي خطر ظاهري، (معدل الإمتصاص المسموح به يومياً)، زد على ذلك غياب عنصر مشهور الكاديوم مثل Cd - في أنواع عينات الوحل.

كذلك لوحظ تعديل في التربة بعد الحني و إرتفاع نسبة التمعدن في الوحل و تم إثباته.

عملية فحص و إستغلال النتائج لمختلف نسب خلط الوحل مع سناد خليط المستعمل كوسط للزراعة الخضريه أوضح لنا العناصر القياسية لمختلف نسب الوحل.

هذه الإشكالية يجب الإستعمال بحذر هذا المتسوج (الوحل) في عدة مستويات عند الإستعمال في الفلاحة حرصاً أولاً على المحافظة على المحيط.

### كلمات المفاتيح:

الوحل-عناصر المخصصة-تلون بالمعادن الثقيلة-جراثيم-خس-طماطم-فاصوليا-الوسط الخضري.

## INTRODUCTION GENERALE

Le problème de l'agriculture est très souvent lié intimement à celui de la richesse des terres en éléments fertilisants car le prix d'achat de ces derniers pèse très lourd sur l'économie des pays du tiers monde, et en particulier le notre. La question donc s'impose, que sera le remède à cette problématique ?

Comme l'agriculture Algérienne est confrontée à divers problèmes dont les conséquences sont la faible productivité et l'érosion des sols. Le coût de la fertilisation minérale et la méconnaissance de son utilisation par les agriculteurs ainsi que l'indisponibilité du fumier pour des raisons économiques sont responsables de cette situation. Par ailleurs, l'industrialisation galopante, l'élévation du niveau de vie, les déficits pluviométriques enregistrés au cours de la dernière décennie, la demande en eau de qualité qui est de plus en plus grande, fait que les rejets d'eau augmentent aussi.

L'Algérie a consenti un effort considérable en matières de traitement des eaux usées ; il existe actuellement plus d'une centaine de stations d'épuration (SAADI ET HAMMOUCHE, 1990). Cette épuration des eaux génère un sous produit ; les boues résiduaires. A l'échelle nationale, leur production s'élève à moins d'un million de tonnes par an (BAZI, 1992).

Ces boues recueillies sont composées d'éléments nutritifs intéressant la fertilité des sols (acide phosphorique, azote progressivement minéralisable, carbone) ; jugée sans valeurs, elles sont généralement stockées ou rejetées dans les décharges non contrôlées.

Cependant, cette possibilité de valorisation se heurte en pratique à l'inquiétude manifestée par les hygiénistes et les agriculteurs quant à la présence dans les boues des germes pathogènes et surtout des métaux lourds.

Ils représentent l'obstacle majeur pour une valorisation agricole des boues résiduaires du fait de leur toxicité vis-à-vis de la chaîne trophique par le biais d'une absorption par les végétaux. A ceci, s'ajoutent les risques de pollution des eaux souterraines et superficielles. Mais avant de décider que l'utilisation en agriculture des boues des stations d'épuration détermine un risque de toxicité par les métaux lourds ou non, il importe de mesurer ce risque.

Bien que les avantages des boues résiduaires paraissent intéressants ; il est à constater le peu d'intérêt de leur utilisation agricole qu'on leur accorde en Algérie, s'expliquant par le manque d'études approfondies qui méritent d'être effectuées sur le plan technico-économique et particulièrement au niveau de la protection de la nature.

C'est dans cet objectif qu'une étude préliminaire sur la contribution de la valorisation des boues résiduaires (Boues lagunées, et boues séchées d'Oran et de la fromagerie de Yellel avec celles de Benimred et de Berraki) a été entamée dans les conditions pédoclimatiques de Mostaganem (Ouest).

C'est dans ce contexte que nous avons entrepris dans un premier temps des analyses de laboratoire :

- La caractérisation de la boue du point de vue éléments fertilisants ;
- Le dosage des métaux lourds et l'étude de leur mobilité et assimilabilité ;
- L'appréciation de la qualité hygiénique de la boue par la recherche des germes indicateurs de pollution.

Suivie dans un deuxième temps des essais de plein champs afin de pouvoir suivre l'effet des traitements par :

- Le développement de la végétation ;
- Le rendement ;
- L'apport en éléments fertilisants au niveau du sol ;
- Le degré d'infestation en métaux du sol et de la plante.

Et de conclure enfin sur la possibilité d'utilisation des boues issues de stations d'épurations comme amendement organique voir comme engrais intéressant à recycler en agriculture.

# I: AMENDEMENT DE BOUE FLOCCULEE ET NON FLOCCULEE SUR UNE CULTURE DE LAITUE EN PLEIN CHAMP

## I. MATERIEL ET METHODES

### I.1. Caractérisation des boues résiduaires et du fumier

Avant d'étudier l'effet des boues sur la production végétale en maraîchage, il nous semble, à priori, indispensable de présenter l'origine des substrats organiques et les résultats obtenus de leur composition en certains éléments (carbone, azote, phosphore, etc.), facteurs responsables d'une productivité d'une part, et d'autres part, certains éléments traces qui par leur toxicité pourraient compromettre cette production.

#### . Origines des boues

Afin de mettre en évidence l'effet de la filière de traitement des boues sur leur comportement dans le sol, nous avons expérimenté des boues opposées par leur mode d'obtention.

Les boues qui ont fait notre étude proviennent de la station d'épuration des eaux usées urbaines de BARAKI (région d'Alger) et de BENIMERED (région de Blida) :

Nos recherches ont porté essentiellement sur deux types de boue résiduaires épaissies, dont l'une a subi un conditionnement à la chaux et au chlorure ferrique (B.F).

### I.2. Etude Expérimentale En Plein Champ

Notre travail a comme objectif essentiel, dans <sup>un</sup> premier temps de voir l'effet de l'apport en éléments fertilisants des boues traitées différemment en comparaison avec une substance organique classique prise comme référence (le fumier de ferme); et dans un deuxième temps, nous avons essayé d'évaluer le degré d'infestation en polluants minéraux, c'est-à-dire les métaux lourds que ces matériaux pourraient apporter dans les sols et par conséquent au niveau des plantes.

Nous avons vu au cours de la caractérisation des boues que celles-ci sont riches en matières organiques et en certains éléments fertilisants et par là elles semblent s'apparenter à un amendement organique potentiel.

Cependant des concentrations élevées en métaux lourds parfois dépassant les normes ont été signalées.

Pour cette raison nous avons voulu mener une étude expérimentale en plein champ en utilisant comme amendement organique ces matériaux afin de pouvoir contrôler le comportement du végétal (développement et le rendement). Dans le même temps, il nous a paru nécessaire de voir l'aptitude des boues à augmenter la teneur du sol en carbone, phosphore et l'azote, ainsi que ses capacités d'infester le sol et la plante en micropolluants, minéraux "métaux lourds".

#### I.2.1. Matériel d'étude

##### . Substrats organiques

Nous avons utilisé trois substances organiques incorporées au sol à raison de 20 T de MS/ha :

- Boue de Baraki Boue → Flocculée à la chaux et au chlorure de fer (B.F).
- Boue de Beni Mered → Boue épaissie séchée à l'air libre (B.N.F).
- Une substance de référence → Fumier de ferme (F).

Des résultats analytiques des caractéristiques chimiques de ces substrats ont été donnés dans le premier chapitre de la 2<sup>ème</sup> partie de ce document (Tableau 3L).

**Tableau 2L : Caractéristiques physico- chimique du sol**

Caractéristiques de l'échantillon du sol		Résultats analytiques	
Profondeur (Cm)		0-1	15-30
pH eau		8,0	8,42
pH Kcl		7,6	7,65
C.E (mmbos/cm)		0,0	0,10
COT (% MS)		2,3	1,96
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Total (ppm)		24	19,36
Azote total (% MS)		0,2	0,18
C/N		10,63	10,88
Na <sup>+</sup> (ppm)		6,0	7,02
K <sup>+</sup> (ppm)		26	15,69
Ca <sup>++</sup> (ppm)		3,0	4,01
Mg <sup>++</sup> (%MS)		0,0	0,04
Ca CO <sub>3</sub> Total (%)		1,9	4,65
Ca CO <sub>3</sub> actif (%)		1,6	0,42
Granulométrie	A	1,9	4,65
	LF	8,3	7,32
	LG	11	11,42
	SF	50	48,63
	SG	23	26,02
Classe texturale HENNIN . S		Salbo-Limoneuse	

**Commentaire :**

Les analyses chimiques (tableau 2L) montrent que le pH du sol est neutre à légèrement alcalin, c'est le résultat de la richesse en CaCO<sub>3</sub>, concernant le taux en carbone organique, on peut dire que notre sol est moyennement riche en matière organique. En ce qui concerne le phosphore, les valeurs sont aussi moyennes. Le rapport C/N est voisin de 10 ce qui veut dire que la fraction essentielle de l'Azote est sous forme minérale, atteste une forte minéralisation.

**1.3- Méthodes**

**1.3.1. Dispositif expérimental**

La parcelle présente une longueur de 22 mètres sur 17 mètres de large avec une superficie de 374 m<sup>2</sup>.

L'essai a été conçu selon un dispositif en blocs, comportant des parcelles de 12 m<sup>2</sup> chacune (4 x 3) m, avec cinq (5) répétitions. Dans chaque répétitions, il y a avait les cinq traitements cités : (T0, T1, T2, T3, T4).

L'espacement entre parcelle élémentaire et entre les blocs est de 50 cm.

## 1.4 Mesures et paramètres étudiés

### - Mesuration des feuilles

Afin de pouvoir suivre le développement des plants par suite des stades phénologiques bien distincts, des mesurations de la partie aérienne (longueur et largeur) ont été effectuées, toutes les quinze semaines à partir de la date de repiquage.

### - Analyse statistique des rendements

Après la récolte, les rendements ainsi obtenus pour chaque parcelle élémentaire ont fait l'objet d'un traitement statistique à l'aide de l'analyse de variance complétée par le test de NEWMAN et KEULS.

Cette analyse de variance a permis de voir s'il existait une différence significative entre :

- Les différents traitements ;
- Les différents blocs ;

### - Analyse chimique de la partie aérienne

Des analyses de la partie aérienne des plants issus des parcelles ayant subi des traitements avec les boues ont été effectuées. Ceci afin de pouvoir quantifier les métaux lourds assimilés par les plantes. La détermination de ces métaux a été effectuée par spectrophotométrie d'absorption atomique après minéralisation des échantillons des feuilles préalablement étuvées et broyées par voie humide par un mélange d'acide nitrochlorhydrique.

### - Echantillon après la récolte

Une prise d'échantillon a eu lieu le 20/05/94 sur une profondeur de 20 cm sur chaque parcelle élémentaire ayant subi les mêmes traitements de boue. La terre ainsi récupérée est soigneusement transportée au laboratoire pour analyse.

## 2. RESULTATS ET DISCUSSIONS

### 2.1 Caractéristiques des boues

Tableau 3L : Résultats analytiques des substrats organiques

Substance organique	B. N. F	B. F	F
pH	7,35	8,14	7,01
MS (%)	40,16	49,07	52,16
Cendre % MS	38,36	67,28	37,10
C.O.T % MS	24,30	18,06	40,13
Azote total % MS	4,42	2,01	1,02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> % MS	1,36	2,21	1,15
C/N	5,49	8,90	39,34
Les éléments majeurs totaux			
Ca <sup>++</sup> % MS	6,12	7,36	3,78
Mg <sup>++</sup> % MS	0,93	0,72	0,83
K <sup>++</sup> % MS	0,10	0,22	2,29
Na <sup>+</sup> % MS	1,09	0,36	0,51

De part cette problématique, nous nous sommes intéressés :

- Dans un premier temps : à doser les métaux lourds sous leur forme totale et leur comparaison aux normes établies par AFNOR.
- Dans un deuxième temps : à étudier la mobilité de ces métaux par extraction à l'ammoniac.

## 2.2 Métaux totaux

L'examen du tableau 4L fait ressortir que les différentes boues sont chargées en métaux lourds, toutefois les teneurs restent inférieures aux seuils admis par les normes AFNOR à l'exception du Pb, Cu, Cd. Nous constatons que l'élément le plus abondant est le Fe, suivi du Zn, Pb, Cu, Cd...

La comparaison des 2 types de boues montre que la floculation à la chaux a un effet sur la teneur en métaux, en effet une augmentation est observée pour tout les éléments, comme le signale d'ailleurs MOREL (1977). D'autres auteurs, DOMMERGUES et MANGENOT (1970); BIIUIYA et al. (1974) signalent des risques de toxicité au niveau de la microflore du sol par ces métaux, en inhibant la minéralisation de l'azote et la nitrification.

Notons toutefois que les apports de métaux lourds au sol par les boues de certaines stations sont souvent du même ordre de grandeur ou même inférieur à ceux réalisés par l'application de certains engrais ou amendements organiques à base de déchets (POMMEL, 1979).

Tableau 4L Teneur en métaux lourds des boues étudiées

Métaux totaux (ppm)	B. N. F	B. F
Zn	1036	2864
Pb*	320	427
Cd*	22	39
Fe	7683	15040
Cu	128	251

(\*) Teneurs dépassant les seuils admis par les normes AFNOR

### 2.2.1. Les métaux assimilables

Les résultats de l'extraction sont représentés sur le tableau 5L et nous montre que ce réactif ( $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ) utilisé par les agronomes pour extraire la fraction cationique échangeable extrait des quantités relativement faibles. Contrairement à ce qu'on a remarqué concernant les métaux totaux, le chaulage semble entraîner une diminution de la solubilité des métaux lourds sauf dans le cas du Fe et du Cu. Cette diminution de la solubilité s'explique par la formation d'un complexe stable de cations métalliques avec la matière organique formant un chélate ; ceci confirme les résultats de certains auteurs (GUCKERT et al, 1984 ; LEGRET et al, 1987).

Tableau 5 L : Teneur en métaux " assimilables " des boues

Métaux lourds " assimilables " ( ppm)	B.N.F	B.F
Zn	35,63	5
Pb	1,16	1,11
Cd	0,37	0,58
Fe	26,72	96,74
Cu	2,73	3,55

## 2.3. La pollution microbienne

Tableau 6L : Germes-test de contamination fécale des boues étudiées

Boues étudiées Micro-organismes recherchés	B.N.F	B.F
	Nombre de germes 100 ml	Nombre de germes 100 ml
Germes totaux	15,5 . 10 <sup>11</sup>	3 . 10 <sup>10</sup>
Coliformes fécaux	8,5 . 10 <sup>6</sup>	9,6 . 10 <sup>5</sup>
Escherilia-coli	4,5 . 10 <sup>6</sup>	3 . 10 <sup>5</sup>
Staphylocoques pathogènes	4 . 10 <sup>3</sup>	2 . 10 <sup>3</sup>
Clostridium Sulfitoreducteur	9 . 10 <sup>6</sup>	3 . 10 <sup>5</sup>

Ces résultats nous montrent que les boues étudiées (B.N.F et B.F) contiennent certaines concentrations en germes pathogènes; ceci confirme bien DUCHENE (1990); concernant la survie des micro-organismes après les traitements que subissent ces boues, malgré un important abattement.

## 2.4 Développement et Croissance de la laitue

### 2.4.1. Mensuration des feuilles

Les résultats sont récapitulés dans le tableau 7L.

Ces graphiques nous montrent une nette supériorité concernant la grandeur des feuilles des plants ayant subi des traitements par rapport au Témoin. Ceci nous a permis d'établir un classement des traitements dans l'ordre suivant :

Sol BF > Sol BNF > Sol Engrais > Sol Fumier > Témoin

### 2.4.2. Analyse des rendements

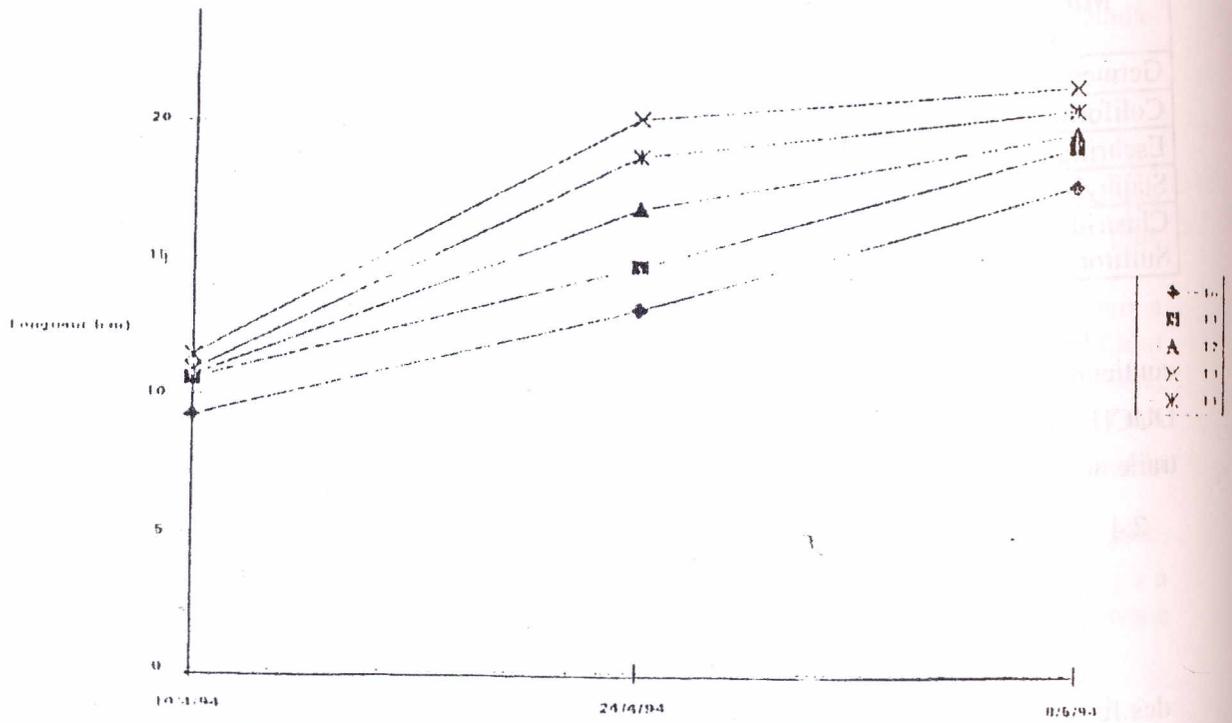
Les résultats parcelaires sont représentés dans le tableau 8L.

Tableau N° 7L : Mesures de la partie aérienne

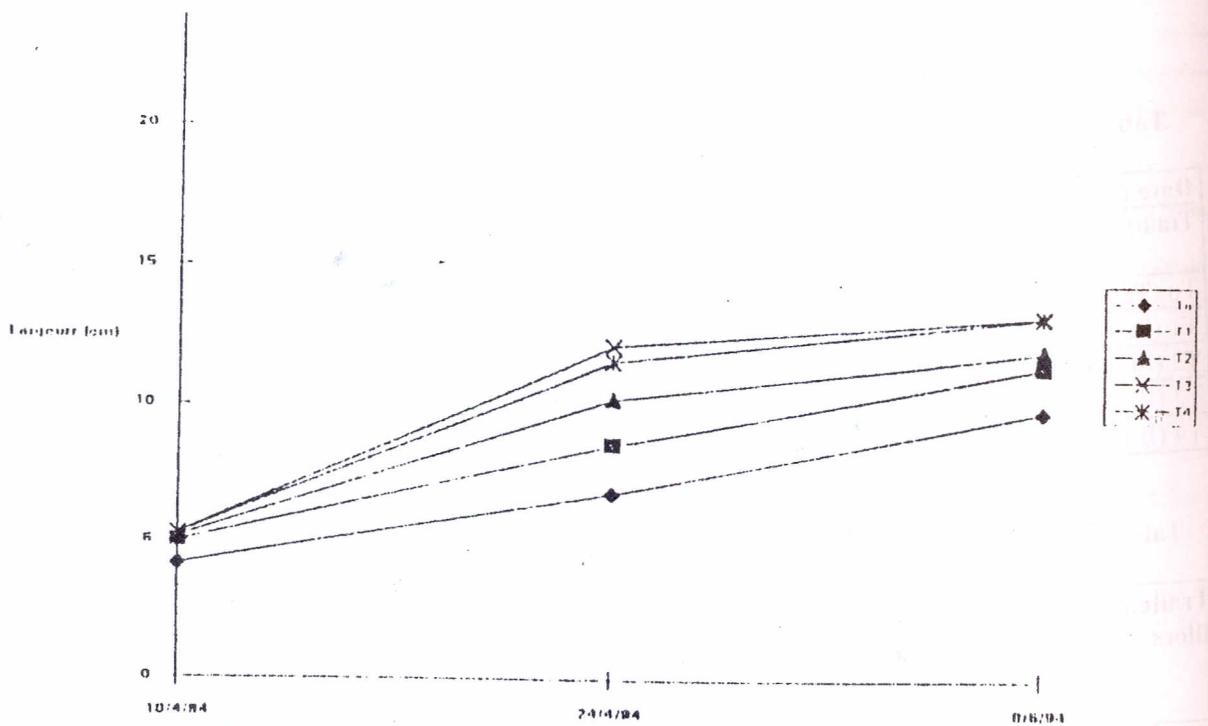
Date mensuration	10/04/94		24/04/94		08/05/94	
	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Longueur (cm)	Largeur (cm)
To (Témoin)	9,23	4,19	13,15	6,82	17,66	9,86
T1 (Fumier)	10,57	5,03	14,72	8,60	19,08	11,43
T2 (Engrais)	10,7	5,18	16,8	10,26	19,59	11,99
T3 (B.F)	11,44	5,31	20,10	12,14	21,35	13,26
T4 (B.N.F)	10,90	5,30	18,72	11,80	20,48	13,21

Tableau N° 8L : Résultats parcelaires (Rendement en Qx./ha)

Traitement Blocs	To (Témoin)	T1 (Fumier)	T2 (Engrais)	T3 (Boues floculées)	T4 (Boues non floculées)	XB
1	34,16	48,33	45,41	64,16	75,83	267,89
2	45,41	54,16	49,99	60,83	69,58	279,97
3	37,91	41,66	45,83	57,49	67,49	250,38
4	32,49	39,99	38,74	64,99	71,66	247,87
5	40,83	39,99	51,24	70,41	74,16	276,63
$\sum T$	190,80	224,13	231,21	317,88	358,72	X - 1322,74
$\sum T$	38,16	44,82	46,24	63,57	71,74	X - 52,90



Graphique L<sub>2</sub>: Développement de la longueur des feuilles



Graphique L<sub>3</sub>: Développement de la largeur des feuilles

### 2.4.3. Analyse chimique de la partie aérienne

Les résultats de l'analyse foliaire dans laquelle on a essayé de doser les métaux lourds assimilés par la plante sont représentés dans le tableau 10L.

D'un aperçu général, on remarque que la quantité de métaux assimilés par les plants sont fonction des taux de métaux lourds "assimilables" (tableau 5L) respectifs contenus dans les matériaux (B.F et B.N.F) ayant constitués les traitements.

Tableau 10L : Teneur en métaux des feuilles avec un apport de 20 't de MS/ ha de boue

Métaux (ppm)	Feuille des plants traités par B.N.F	Feuille des plants traités par B.F
Zn	0,49	0,32
Pb	0,92	0,52
Cd	0,16	0,23
Fe	22,41	78,82
Cu	0,62	0,47

Pour le Cd et Pb, ils représentent l'assimilabilité la plus importante par rapport aux métaux lourds "assimilables" on peut expliquer cela par une affinité des racines vis-à-vis ces éléments, ça facilite leur absorption (JUS'Ë et SOLDA, 1979).

Tableau n°11L: Quantité de métaux lourds ingérée pour la consommation de 500 g de salade quantité dépassant l'absorption journalière tolérable (Toxicité)

Métaux	Quantité de métaux ingérée à la consommation de 500 gr de salade issus du traitement B.N.F	Quantité de métaux ingérée à la consommation de 500 gr de salade issus du traitement B.F	Absorption journalière tolérable
Zn	$245 \cdot 10^{-6}$ g	$16 \cdot 10^{-5}$ g	$12 \cdot 10^{-3}$ à $15 \cdot 10^{-3}$ g (par l'académie nationale des sciences des états unis, 1974 et le comité d'experts WHO, 1973)
Pb	$46 \cdot 10^{-5}$ g*	$26 \cdot 10^{-5}$ g*	1 ug/Kg de poids corporel (par OMS et FAO). Pour un homme de poids moyen de 60 Kg $60 \text{ Kg} = 6 \cdot 10^{-5}$ g
Cd	$8 \cdot 10^{-5}$ g*	$115 \cdot 10^{-6}$ g*	Toxique à l'état de trace
Fe	$112 \cdot 10^{-5}$ g	$3941 \cdot 10^{-5}$ g	$2 \cdot 10^{-2}$ à $4 \cdot 10^{-2}$ g (par l'académie nationale des sciences des états unis, 1974 et le comité d'experts WHO, 1973)
Cu	$31 \cdot 10^{-5}$ g	$235 \cdot 10^{-6}$ g	$2 \cdot 10^{-3}$ à $4 \cdot 10^{-3}$ g (par l'académie nationale des sciences des états unis, 1974 et le comité d'experts WHO, 1973)

#### 2.4.4. Echantillonnage après la récolte

Tableau N° 12L: Caractérisation chimique des sols après traitement.

Caractéristiques de l'échantillon du sol	Sol + B.N.F	Sol + B.F
PH Kcl	7,7	7,90
C.O.T (% MS)	0,81	0,67
N Total (% MS)	0,81	0,67
C/N	3,71	10,29
P Total (ppm)	25,42	27,03

Nous avons estimé nécessaire d'évaluer la teneur en métaux lourds "assimilables" contenu dans le sol après le traitement. Ceci est représenté dans le tableau 13L:

Tableau 13 L : Teneur en métaux "assimilables" du sol après traitement

Métaux (ppm)	Sol + B.N.F	Sol + B.F
Zn	0,93	0,64
Pb	0,38	0,58
Cd	0,19	0,27
Fe	16,66	19,33
Cu	2,28	2,12

Ces résultats concordent avec les résultats obtenus auparavant sur les teneurs en métaux préjugée apporter par les boues et ceux assimilés par les plants. Donc ici encore, on a la confirmation de l'étroite corrélation entre la plane larhizosphère et les ions métalliques concernent l'indisponibilité et l'assimilation de ces derniers. Ces résultats concordent avec avec ceux signalés par GUCKERT, MOREL et MENCHI, (1984)

Toutefois ces teneurs reste moindre, mais reste à savoir leur évolution à long terme qui demande un suivi durant plusieurs années.

## CONCLUSION DE L'ESSAI

Nous avons entrepris un travail, dans le cadre de la valorisation agricole des boues issues des stations d'épuration des eaux usées urbaines. Notre objectif était d'étudier dans les conditions de plein champ l'effet d'un apport de boue résiduaire à des doses modérées sur l'amélioration des rendements et de la fertilité du sol d'une part, et leur incidence par la présence des métaux lourds et d'autres germes polluants.

Afin de mettre en évidence le rôle de la filière de traitement sur la valeur fertilisante des boues, nous avons été amenés à utiliser deux types de boues opposées par leur mode d'obtention : une boue flocculée à la chaux et une boue non flocculée. Ces deux boues ont été comparées à une fumure minérale ainsi qu'à une fumure organique classique le fumier de ferme.

Dans cette optique nous avons caractérisé les résidus afin de mettre en évidence leurs potentialités agricoles.

En effet à part des concentrations relativement faibles en quelques éléments minéraux, en particulier le potassium, on note la présence de tous les éléments indispensables pour la croissance des végétaux, à savoir l'azote, le phosphore ainsi qu'une teneur en carbone organique correspondant à celle d'un matériau potentiellement utilisable en tant qu'amendement organique.

Cependant ces boues contiennent des éléments indésirables qui sont les métaux lourds et les germes microbiens.

Le résultat des analyses nous révèlent des teneurs en métaux lourds dépassant dans certains cas les limites préconisées par la norme AFNEOR U44041, mais l'étude de la fraction " assimilable " montre que ces éléments se trouvent dans les boues sous forme peu soluble si l'on réfère aux taux de mobilité obtenus.

Concernant les germes pathogènes, malgré les traitements que subissent les boues (chaulage, séchage thermique...) jugés efficaces pour éliminer ces derniers, un grand nombre subsistent encore après le traitement ; la solution reste au niveau des précautions à prendre et qui s'imposent pour éviter tout risque de contamination.

La seconde partie de notre travail nous a conduit d'examiner à l'aide d'un dispositif expérimental de plein champ l'influence de l'incorporation des boues dans le sol sur : le rendement et le développement de la partie aérienne d'une culture de laitue, la quantité de métaux lourds accumulée dans le végétal et dans la rhizosphère, et enfin l'évolution de la teneur du sol en matière organique, en azote et en phosphore.

Concernant le développement foliaire et le rendement les parcelles amendées de boues ont donné des résultats nettement supérieurs (statistiquement hautement significatif, respectivement égale à 63,57 et 71,74 Qx/ha soit le double du témoin) et aux autres traitements ; ceci est attribué à l'aptitude à la minéralisation des boues résiduaires dans le sol, leurs incorporations sont un effet stimulant sur l'activité biologique.

Concernant le degré d'accumulation des métaux lourds notre attention a été attirée par : la concentration au niveau de la partie aérienne de Cd et Pb à un taux dépassant le seuil d'absorption journalier tolérable. Des solutions pourraient être envisagées à plusieurs niveaux pour éviter un tel risque d'accumulation de métaux lourds par l'organisme.

- Au niveau des industries, qu'ils traitent leur effluent avant rejet à l'égout.
- Au niveau des stations d'épuration ; éventualité de séparer entre les deux types de rejets industriels et urbains.
- Au niveau de l'agriculture en réduisant la quantité de boue à prendre, soit tous simplement à les utiliser qu'en floriculture ou en foresterie.
- Au niveau des consommateurs en réduisant la consommation de telles productions.

Concernant le degré de pollution du sol après traitement, les analyses montrent que les teneurs en métaux "assimilables" restent minimales, mais on doit porter une attention particulière concernant l'évolution de ces métaux dans le sol à long terme.

En ce qui concerne l'évolution sur la teneur du sol en matières organiques, azote et phosphore, une augmentation en ces éléments a été observée ; ces modifications étaient liées à la composition même de ces substrats organiques. Le cas de la boue floculée à la chaux qui semble se comporter comme un amendement calcaire.

En effet les boues résiduelles constituent une source non négligeable en matière organique facilement minéralisable. C'est là une conséquence positive certaine pour leur utilisation dans les sols agricoles. Les teneurs en azote et phosphore libérées contribuent à la création d'une bonne potentialité physico-chimique du sol.

Toutefois une attention toute particulière doit être portée sur le problème de métaux lourds.

Ainsi l'utilisation des boues résiduelles urbaines comme fertilisant en agriculture permet d'avoir à la fois deux intérêts majeurs :

- De recycler un sous produit de l'épuration des eaux usées domestiques.
- D'augmenter les rendements en production agricole.

Sous réserve de certaines précautions d'emploi, ces boues sont parfaitement aptes à l'utilisation agricole. Cette forme d'évacuations est à encourager.

Cependant il faut sensibiliser les agriculteurs qui en sont les utilisateurs potentiels.

Par ailleurs nous estimons que ce travail d'être complété par l'utilisation d'une culture à un cycle plus long et d'échantillons de boue d'origine différente par exemple boue d'industrie laitière.

## Etude expérimentale sur l'efficacité du phosphate naturel par rapport au TSP dans la fertilisation des sols Sahariens

Masmoudi A. Maître assistant, institut d'hydraulique, université de Biskra, BP 145.

### RESUME

Dans le cadre de l'intensification de la recherche sur l'utilisation directe des phosphates naturels en agriculture, afin de pouvoir arriver à une meilleure exploitation de ce produit comme fertilisant. Nous nous sommes fixés comme objectif dans ce travail d'étudier l'efficacité du PN dans la fertilisation phosphatée d'un sol saharien en irrigué et les conditions de son emploi en agriculture saharienne en comparaison avec le TSP. A cet effet, nous avons adopté des essais en plein champ et d'autres en pots de végétation, qui sont réalisés avec culture d'orge ou sans végétal et en présence ou absence de la matière organique.

Les résultats obtenus à travers les paramètres étudiés que ce soient liés au sol ou à la plante tel que, phosphore assimilable, phosphore total, fractionnement du phosphore, teneur du végétal en  $P_2O_5$ , rendement en grains, et poids de 1000 grains, ont montré que : le TSP grâce à sa solubilité élevée a une action rapide et donne les meilleurs résultats à court terme (stade tallage). Tandis que l'action du PN est lente et modeste à ce stade, mais elle devient très positive à long terme surtout en présence de la matière organique ce qui rend l'effet des deux engrais très proches. Cette dernière a amélioré l'effet des deux engrais phosphatés en particulier le PN. Certains facteurs intervenant tel que, la rhizosphère, le régime hydrique, et les micro-organismes ont favorisé fortement l'efficacité du PN par un effet remarquable sur sa solubilité, suite à une humidité favorable et aux substances acides libérées.

### INTRODUCTION

Le problème de la fertilisation phosphatée en Algérie est dû d'une part au niveau très bas de la fertilité phosphatée des sols et d'autre part aux prix des engrais très chères. En effet, le redressement des sols nécessite une fertilisation copieuse, alors que les prix des engrais en hausse et difficilement d'en obtenir.

Mais face à cette situation, l'Algérie possède un potentiel phosphaté très important ; c'est le gisement de phosphate naturel Djebel Onk. Ces phosphates naturels sont parmi les plus tendres et les plus solubles dans le monde (AMAR, 1988), (TRUONG, 1988).

Le problème de la fertilisation phosphatée pourrait être éventuellement résolu, si on parvient à exploiter rationnellement notre ressource et maîtriser les conditions de son emploi direct.

L'utilisation des phosphates naturels dans la fertilisation des sols acides a donné des résultats acceptables et encourageants en général. Le progrès de la recherche sur l'utilisation de ce produit et l'élargissement de son emploi sur une large gamme de sols est un objectif à rechercher pour une meilleure exploitation de phosphate naturel comme fertilisant.

La majorité des travaux effectués en Algérie sur le phosphate naturel de Djebel-Onk ont été réalisés dans le Nord du pays où les sols présentent une réaction relativement acide à neutre. Certains de ces travaux ont donné des bons résultats, tandis que d'autres n'ont pas donné des résultats positifs à cause d'une solubilité insuffisante suite à une humidité déficiente (déficit hydrique) selon quelques conclusions de ces travaux.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail qui s'intéresse à étudier l'efficacité du phosphate naturel dans la fertilisation d'un sol saharien en irrigué, afin d'apporter une contribution à ce sujet dans d'autres conditions pédoclimatiques, en étudiant les possibilités de son utilisation dans les conditions de l'agriculture Saharienne.

### **MATERIEL ET METHODES**

L'étude a été réalisée à la station expérimentale de l'institut technique de développement de l'agriculture Saharienne (I.T.D.A.S) situé à Ain Ben Noui à 7 Km à l'ouest de la ville de Biskra.

Le sol d'étude est de texture à dominance sableuse, calcaire (20%), pauvre en matière organique (0.3%). Mais il dispose d'une teneur suffisante en phosphore assimilable (300 ppm JH) provenant probablement des reliquat des fumures, avec PS: 47ppm, P-Ca: 383ppm, P-Al: 85ppm, et P-Fe: 10 ppm.  $P_2O_5$  assimilable du sol des essais en pots est 350ppm.

Les engrais phosphatés utilisés sont:

- Le superphosphate 46% de  $P_2O_5$  (TSP).
- Le phosphate naturel calciné moulu 29% de  $P_2O_5$  de Djebel Onk (PN).

La plante test est une variété d'orge qui s'appelle ACSAD 176.

### **Méthodologie de travail:**

Pour réaliser les objectifs de l'étude, on a adopté pour la première année de l'étude deux essais en plein champ avec une culture d'orge, l'un sans matière organique et l'autre avec matière organique. Afin de bien connaître le comportement du phosphate naturel dans le sol et l'évolution propre du phosphore sans intervention de perturbation ou de mobilisation biologique par les plantes, on a lancé deux autres essais en pots de végétation pour la deuxième année de l'étude. Ces deux derniers essais sont comme les autres avec les mêmes doses et avec ou sans matière organique, mais sans végétal. La durée des essais d'évolution est de 12 mois.

### Le protocole expérimental:

Chaque essai comporte 07 traitements et 03 répétitions, les traitements sont 03 doses de TSP (D1, D2, D3), 03 doses de PN (A1, A2, A3) et un témoin sans engrais (T). La matière organique sous forme de fumier ovin est apportée avec une dose de 30 tonnes par hectare dans deux essais, l'un en plein champ avec une culture d'orge et le deuxième en pots sans végétal.

Les doses du PN sont: A1:400kg/ha, A2:800kg/ha, A3:1400kg/ha, soit 116, 232,406 unité, respectivement ; tandis que celles de TSP sont: D1:50, D2:80, D3:110 unité/ha.

le dispositif expérimental, blocs aléatoires complets a été utilisé pour chaque essai, et qui comporte 07 traitements et 03 répétitions.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

### I: ACTION DES PHOSPHATES SUR LE SOL:

#### 1.1. TENEURS DU SOL EN PHOSPHORE ASSIMILABLE AU STADE TALLAGE ET A LA RECOLTE:

##### 1.1.1. Essais sans matière organique:

Les résultats du phosphore assimilable au stade tallage (fig 1) montrent la supériorité des teneurs du TSP. C'est l'action rapide du superphosphate qui a enrichi le sol par ses ions phosphoriques plus solubles, qui sont libérés facilement. Par contre on remarque des teneurs plus faibles du phosphate naturel même pour les doses les plus élevées. Ceci s'explique vraisemblablement par le fait que ce dernier n'a pas encore eu le temps de se solubiliser dans le sol. Les différences entre les doses de TSP et les doses du phosphates naturels sont hautement significative. En revanche, les résultats d'analyse du phosphore assimilable après la récolte (fig 1) montrent une diminution de la teneur en  $P_2O_5$ , plus élevée dans les traitements de TSP (de l'ordre de 23 ppm soit 7.5% du teneur au stade tallage) que dans les traitements du PN (14.5 ppm soit 5%). Cette diminution est dû bien sûr à l'absorption par les cultures et à la fixation par les constituants du sol. Cependant la faible diminution de la teneur en  $P_2O_5$  des traitements du PN indique probablement une libération progressive des ions phosphoriques en parallèle avec le prélèvement par les cultures. Par contre le TSP a libéré ses ions au premiers stades de la cultures. C'est pour cela que l'analyse de la variance ne montre pas une différence significative entre D1 A1 et D2 A2. Il semble que l'effet de la rhizosphère avec les irrigations continues et le temps plus ou moins long ont contribué à la libération des ions phosphoriques du PN. Selon MENGEL (1986), les phosphates naturels semblent agir convenablement en sol assurant un enracinement profond, ce qui permet une vigoureuse croissance racinaire dans les sols ayant un bon niveau d'humidité. La différence entre D3 et A3 reste significative

### 1.1.2. Essai avec matière organique:

La présence de la matière organique dans le sol a entraîné une légère augmentation de la teneur en phosphore assimilable au stade tallage (fig 2). Cette augmentation a réduit la différence entre la dose de TSP : D1 et la dose du PN : A1, qui devient une différence significative après avoir été hautement significative dans l'essai sans matière organique. Cependant les différences entre les doses D2 A2 et D3 A3 restent hautement significatives.

De toute façon on peut dire que l'action du TSP reste supérieure au stade tallage en général même en présence de la matière organique. L'effet du PN est faible à ce stade à cause peut être d'un temps insuffisant pour une solubilisation satisfaisante et même pour une décomposition efficace de la matière organique, même si elle a une légère influence positive.

D'après les résultats obtenus au stade récolte (fig 2) on remarque que les traitements du TSP subissent une diminution en  $P_2O_5$  assimilable de l'ordre de 7.9% en moyenne. Cette constatation est tout à fait normale du fait que les plantes continuent à prélever du phosphore pour leur alimentation minérale. En revanche on a remarqué que la diminution en teneurs du  $P_2O_5$  assimilable est généralement faible pour les traitements du PN, elle est de l'ordre de 4.3% en moyenne. Le phosphate naturel libère donc ses ions phosphoriques progressivement au cours du temps. Cette libération semble être améliorée par la présence de la matière organique dans le sol en agissant sur le phosphate naturel par ses acides organiques et son influence même légère sur la réaction du sol et aussi par la protection des ions phosphoriques contre d'éventuelles réactions d'insolubilisation (BEAR, 1964). Par conséquent la différence entre les traitements du TSP et du PN devient pratiquement non significative à ce stade.

## 1.2. FRACTIONNEMENT DU PHOSPHORE:

Après la récolte de la culture nous avons analysé la répartition de différentes fractions du phosphore au niveau de différents traitements, pour apprécier le devenir du phosphore.

### 1.2.1. Essai sans matière organique:

#### 1.2.1.1. Le phosphore soluble:

Les teneurs en PS sont fonction des doses utilisées (fig 3). La teneur la plus élevée est celle de la dose D3 de TSP (68.8 ppm), grâce à sa grande solubilité. Cependant les teneurs des traitements du PN sont aussi élevées et très proches de celles du TSP. Il nous semble que la grande partie de la teneur en PS du PN est libérée pendant la dernière période de l'essai d'où un effet rhizosphérique important et une durée de temps plus ou moins longue permettant au PN d'être solubilisé au moins partiellement. Ainsi les racines des plantes peuvent augmenter le taux de dissolution des PN suite à un abaissement de la concentration du phosphore dans la solution du sol et un abaissement du pH dans la rhizosphère (NYE et KIRK, 1987).

Fig 1. Evolution du phosphore assimilable: Essai sans matière organique

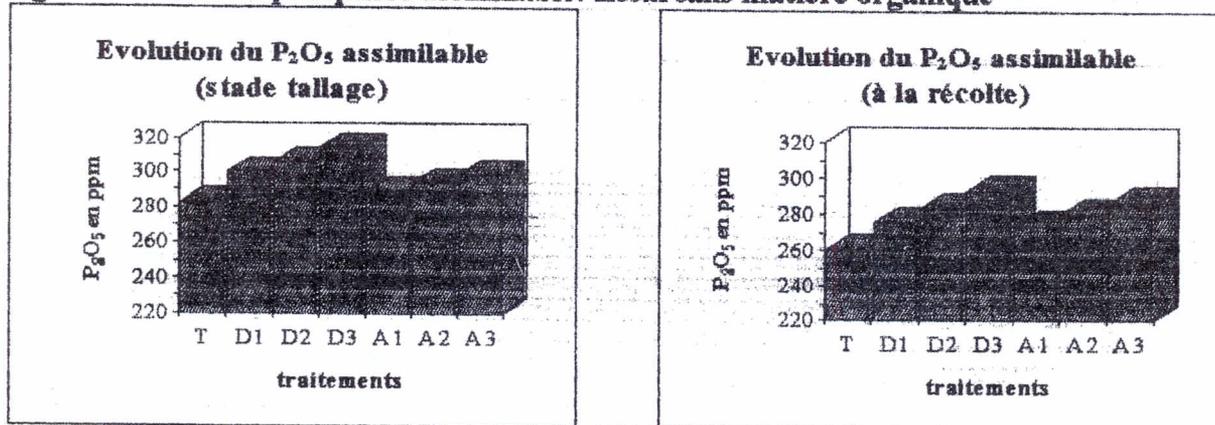
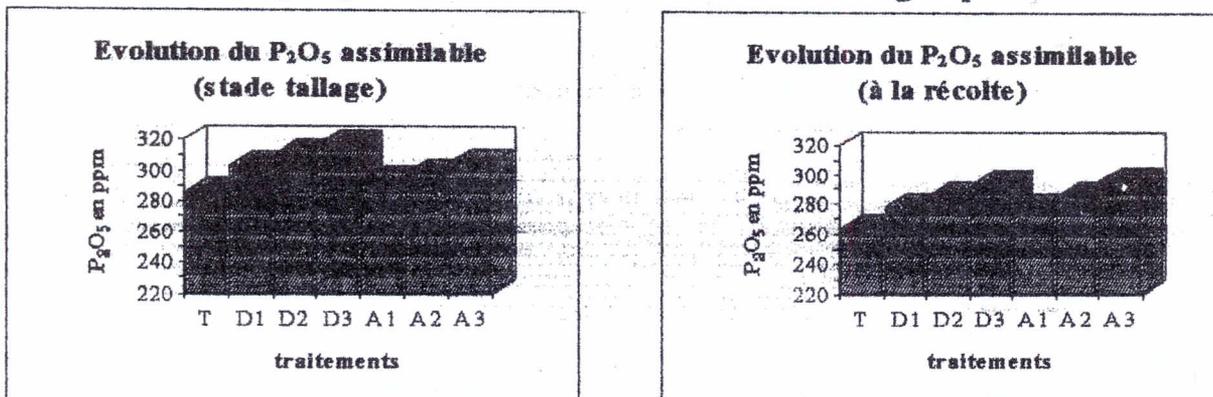


Fig 2. Evolution du phosphore assimilable: Essai avec matière organique



Légende:

- T: témoin
- D1: 50 u/ha
- D2: 80 u/ha
- D3: 110 u/ha
- A1: 116 u/ha
- A2: 232 u/ha
- A3: 406 u/ha

1.2.1.2. Le phosphore lié au calcium P-Ca:

C'est la fraction dominante avec ses valeurs les plus élevées (fig 3) ; ce qui est normale dans un sol calcaire (GACHON, 1973). D'après les résultats, on remarque qu'il y a un enrichissement en fonction des doses de la fraction P-Ca (valeur initiale 383 ppm) à la fin de l'essai. L'augmentation de la teneur en P-Ca s'explique par le fait que les engrais solubles à l'eau comme le TSP dans notre cas sont disponibles pour les plantes immédiatement après application (OLSEN et al, 1977), et en même temps ils réagissent le plus rapidement et évoluent plus vite dans les sols calcaires (TRUONG et al, 1984). Selon GACHON (1973), les ions introduits qui ont perdu leur labilité alimentent presque exclusivement la fraction P-Ca, mais une proportion importante d'entre eux proche de la moitié n'est pas définitivement hors de la portée de la plante. Cependant les teneurs élevées en P-Ca retrouvées dans les traitements du PN ne résultent pas à notre avis d'un enrichissement c'est à dire transformation des ions

### 1.2.2. Essai avec matière organique:

#### 1.2.2.1. Le phosphore soluble PS:

Les teneurs du phosphore soluble obtenues à la fin de l'essai avec matière organique (fig 4) montrent une amélioration appréciable dans cette fraction par rapport à l'essai sans matière organique. A cet égard on a remarqué que tous les traitements sont concernés par une augmentation de la teneur en PS et en particulier les traitements du PN. L'augmentation de la teneur en PS des traitements de TSP peut s'expliquer certainement par l'addition de la matière organique. La disponibilité phosphorique est d'autant meilleure que les sols sont mieux pourvus en matière organique (DUTIL, 1976). Aussi la concentration de la solution du sol en  $P_2 O_5$  augmente régulièrement en présence de quantités croissantes d'humus dans le sol (GERVY, 1970). Quant au phosphate naturel, il présente dans cet essai des teneurs en PS plus élevées et révèle une nette amélioration par rapport à l'essai sans matière organique. En plus de l'effet de la rhizosphère dont nous avons parlé dans l'essai précédent, il semble que l'activité microbienne aurait beaucoup contribué à la dissolution du PN en présence de la matière organique dans cet essai. Selon DOMMERGUES et MANGENOT (1970), les micro-organismes du sol peuvent solubiliser les phosphates insolubles en synthétisant des substances qui agissent à la fois par abaissement du pH et par chélation des cations responsables de la fixation du phosphates. Les acides organiques formés par les micro-organismes tel que les acides citrique, lactique, oxalique ont une action très marquée sur la solubilisation du phosphates. Le gaz carbonique résultant des processus d'oxydation biologique contribue aussi à la solubilisation des phosphates naturels. Cette action de la microflore est stimulée par l'apport de la matière organique dans le sol mais aussi comme l'a montré TARDIEUX-ROCHE (1964), in (DOMMERGUES, et MANGENOT, 1970) par incorporation de phosphates naturels. Le phosphate naturel peut donner donc des résultats comparables à ceux obtenus avec les formes à action rapide à condition qu'il soit apporté en association avec la matière organique et dans un sol initialement bien pourvu en phosphore (RADET, 1961).

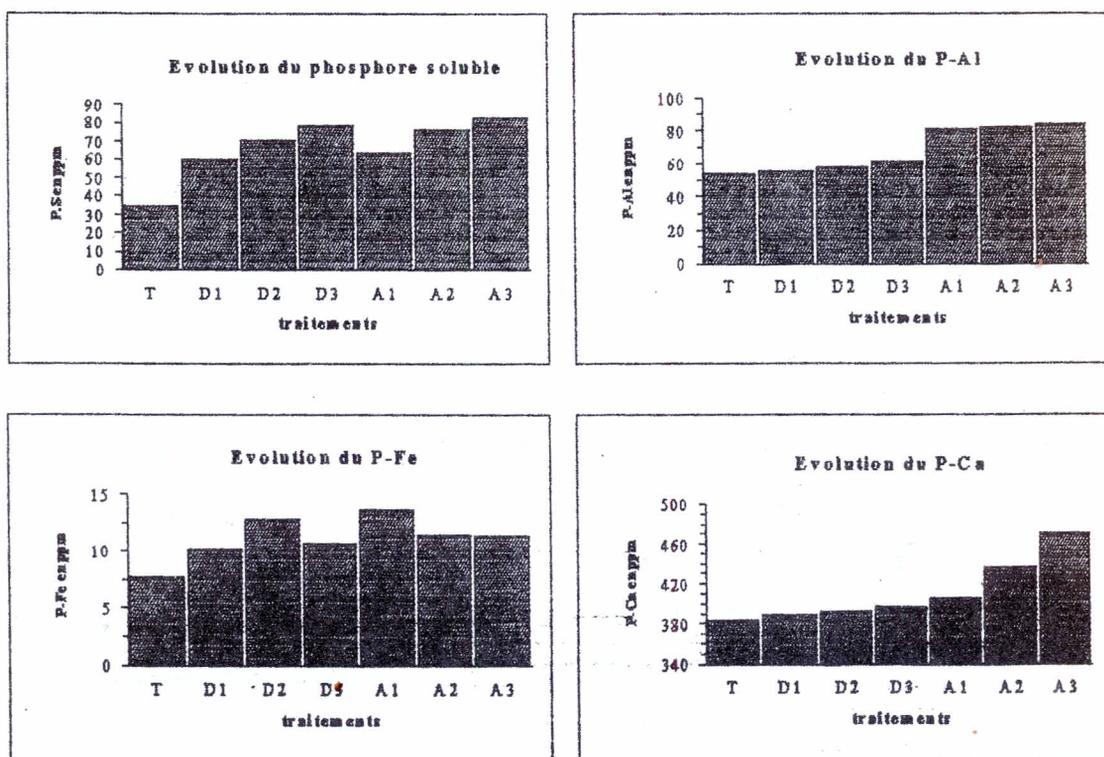
#### 1.2.2.2. Le phosphore lié au calcium P-Ca:

C'est la fraction toujours dominante (fig 4), les résultats montrent aussi un enrichissement de la fraction P-Ca en fonction des doses utilisées. Cependant il faut souligner que l'enrichissement dans cet essai avec matière organique est moins élevée par rapport à l'essai sans matière organique. Cette diminution de l'enrichissement de la fraction P-Ca. semble influencée par la présence de la matière organique qui agit dans le cas des traitements TSP sur les ions phosphoriques en les protégeant contre la transformation vers les formes calciques. Elle peut favoriser aussi une baisse sensible de P-Ca (SINGH et al, 1976), comme

cela a été remarqué dans les traitements PN. Selon GERVY (1970), le pouvoir fixateur du sol peut subir une diminution importante en présence de la matière organique.

### 1.2.2.3. Le phosphore lié à l'aluminium P-Al:

Comme dans le cas de l'essai sans matière organique, P-Al a connu une diminution par rapport à la teneur initiale (fig 4). Mais dans cet essai la baisse est accrue dans les traitements du TSP et le témoin, cependant elle reste faible dans les traitements du PN. SWENSON et al (1949) et BRADLEY et SIELING (1953) in (VELAYUTHAM, 1980) ont montré que les acides hydratés comme les acides tartrique, citrique, malonique et malique séparent Fe et Al des phosphates précipités, laissant le phosphate en solution. L'humus aussi peut former des complexes et des chélates avec le fer et l'aluminium et ainsi participer à la solubilisation des phosphates (MACURA, 1966) cité par DOMMERGUES et MANGENOT (1970). La diminution de P-Al peut aussi s'expliquer comme l'a montré HECK et HANOTIAUX (1982), par l'intervention directe et préférentielle de la plante sur les phosphates non accessibles (Agressivité), c'est ainsi que l'orge réalise des prélèvements du phosphore à partir des phosphates aluminique et ferrique. La faible diminution de P-Al dans les traitements du PN peut être probablement due au fait que les plantes utilisent le phosphore issu du PN disponible avec le temps. Car le PN en se solubilisant lentement et progressivement sous l'action des agents biochimique compenserait ainsi le prélèvement par les récoltes en conservant au sol son potentiel initial (RADET, 1961).



**Fig 4. Fractionnement du phosphore à la fin de l'essai avec matière organique**

#### 1.2.2.4. Le phosphore lié au fer P-Fe:

Comme dans l'essai sans matière organique, la fraction P-Fe reste la plus faible dans le sol (fig 4). De même les variations dans cette fraction sont très faibles.

## II. ACTION DES PHOSPHATES SUR LA LA PLANTE:

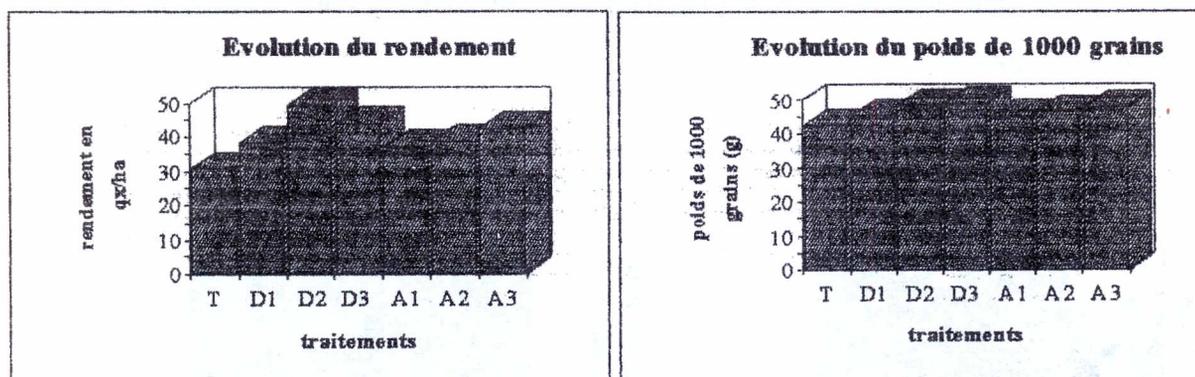
### 2.2. ACTION DES PHOSPHATES SUR LE RENDEMENT ET LE POIDS

#### DE 1000 GRAINS:

##### 2.2.1. Essai sans matière organique:

Le rendement en grains obtenus à la fin de l'essai est influencé par l'apport du phosphate. D'après les résultats, on remarque que le rendement le plus élevé est obtenu avec la dose D2 de TSP (49.46 qx/ha). Quant au PN, le rendement a une tendance à augmenter avec les doses (fig 5). La dose D2 qui a donné le rendement le plus élevé présente des différences significatives par rapport au T, D1, A1, A2, mais il faut signaler que la différence entre D2 et A3 reste non significative; ce qui indique un effet appréciable du PN.

Le poids de 1000 grains est très influencé par l'apport du phosphore, les résultats montrent une augmentation du poids de 1000 grains en fonction des doses. Ceci est vrai aussi bien pour les doses de TSP que pour celles de PN (fig 5). Ainsi tous les traitements ayant reçu du phosphates présentent une différence hautement significative par rapport au témoin. Cela confirme l'effet très positif du phosphore sur le poids des 1000 grains comme cela a été signalé par plusieurs chercheurs. BRECHLEY a démontré en 1929 in (GERVY, 1970), en travaillant sur l'orge, que si cette céréale ne reçoit pas de phosphore au cours des quatre premières semaines de son existence elle n'épiera pas. Le poids de 1000 grains le plus élevé est celui du D3 suivi du D2 de TSP, mais la différence entre les deux traitements n'est pas significative.



**Fig 5. Evolution du rendement et du poids de 1000 grains dans l'essai sans matière organique**

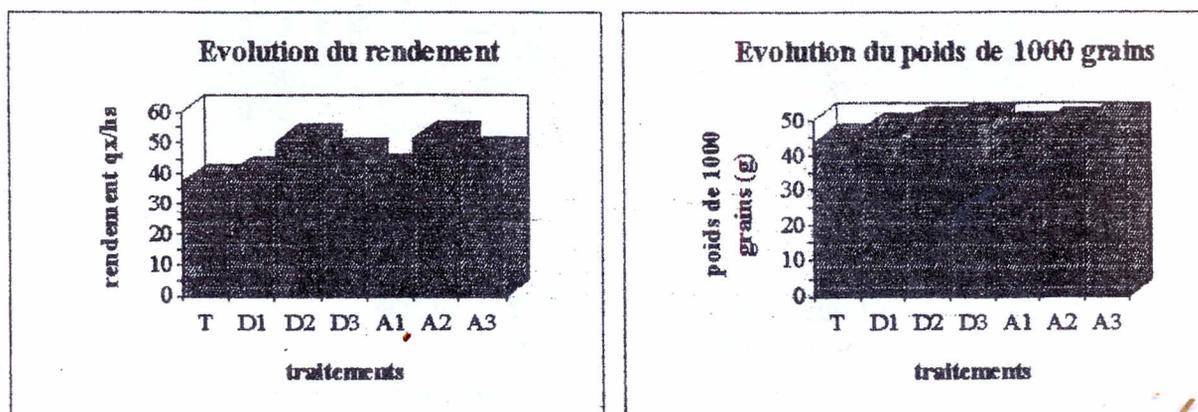
Les traitements du PN présentent des différences significatives entre eux. La différence entre D3 et A3 est significative, ce qui montre que le TSP a favorisé une bonne alimentation

phosphatée et permet ainsi de constituer une réserve plus importante dans les grains grâce à sa solubilité élevée.

### 2.2.2. Essai avec matière organique:

En présence de la matière organique les rendements sont nettement améliorés notamment ceux du phosphate naturel (Fig 6). Les traitements ayant reçus du phosphore quelque soit son origine présentent des différences significatives à hautement significatives par rapport au témoin . La dose D2 est toujours la meilleure pour le TSP. Les rendements des traitements du PN sont nettement améliorés de 42.52 qx/ha à 51.26 qx/ha. L'action de la matière organique est positive aussi pour le TSP mais elle est plus marquée pour le PN, cela s'explique par les valeurs observés au niveau de la teneur en phosphore assimilable du sol. L'analyse de la variance nous indique qu'il n'existe pas une différence significative entre les doses de TSP et les doses de PN respectivement D1 A1, D2 A2, D3 A3. Donc les rendements sont similaires et ceci grâce vraisemblablement à la matière organique qui agit sur l'assimilabilité du phosphore de phosphate naturel en permettant plus de solubilité par le biais de ces acides organiques (BEAR, 1964) ; et aussi par un effet important des micro-organismes stimulés (DOMMERGUES et MANGENOT, 1970).

Comme le rendement, le poids de 1000 grains est nettement amélioré en présence de la matière organique. L'augmentation du poids de 1000 grains est fonction des doses d'engrais que ce soit pour le TSP ou le PN (fig 6). Le poids de 1000 grains passe de 48.07g à 49.77g pour le PN et de 48.87 à 49.53 pour le TSP. Les doses A3, D3, D2 constitue un groupe homogène, il n'y a pas de différences significatives entre elles. De même la différence est non significative entre A1 D1 et A2 D2 en les comparant deux à deux. Enfin, on peut dire que l'effet des deux engrais sur le poids de 1000 grains est similaire comme sur le rendement en présence de la matière organique.



**Fig 6. Evolution du rendement et du poids de 1000 grains dans l'essai avec matière organique**

### III. EVOLUTION DES PHOSPHATES DANS LE SOL:

Pour bien connaître le comportement du PN dans le sol et son évolution sans intervention des plantes, nous avons envisagé deux autres essais sans végétal en pots, parallèlement aux essais précédents avec culture d'orge. A cet effet nous avons suivi l'évolution du phosphore assimilable pendant une année complète (12 mois) et fractionnement de phosphore à la fin des essais.

#### 3.1. EVOLUTION DU PHOSPHORE ASSIMILABLE:

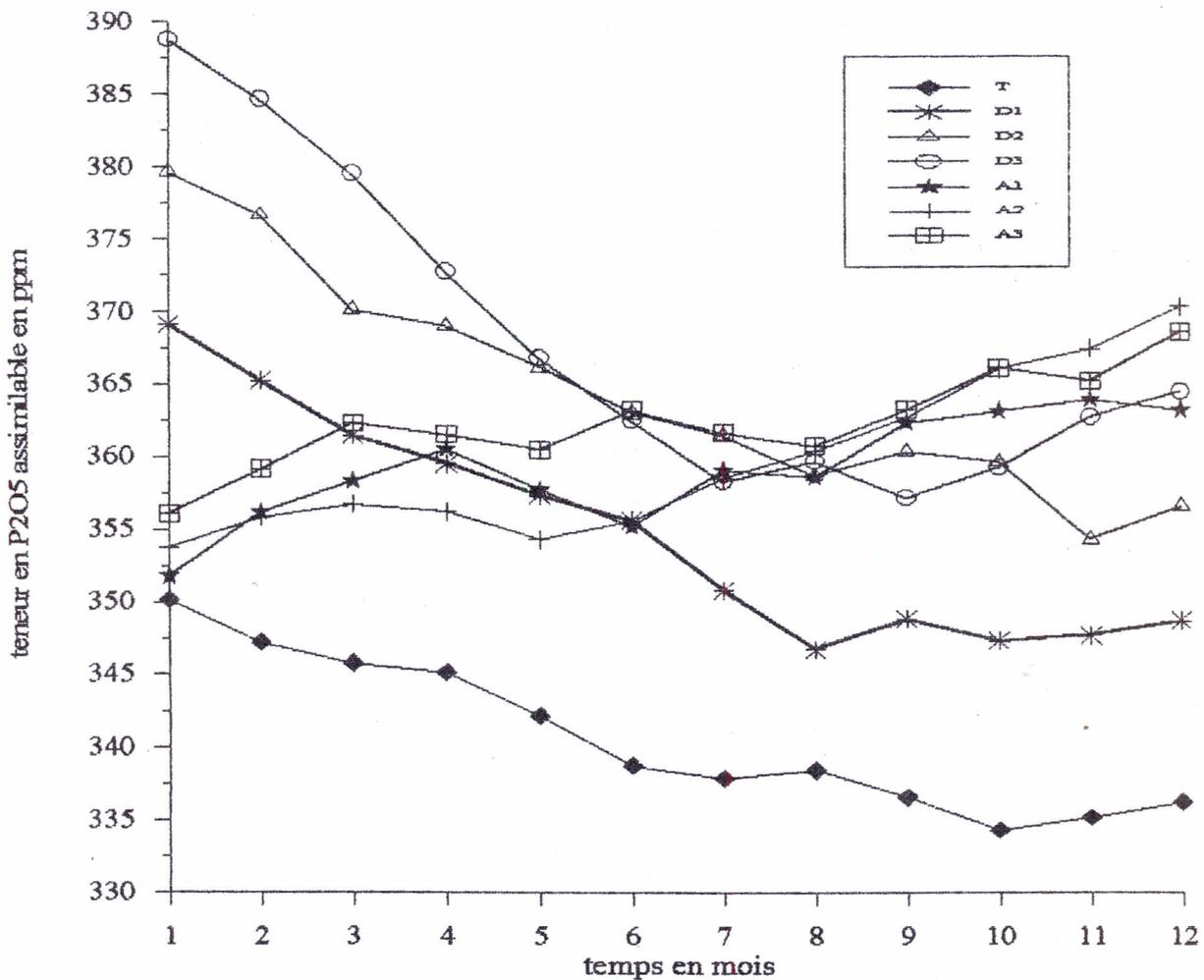
##### 3.1.1. Essai sans matière organique:

D'après les résultats (fig 7), on a pu remarquer que durant l'année de l'essai, le phosphore assimilable a connu une évolution importante. Cette dernière concerne tous les traitements y compris le témoin, mais elle diffère selon le type d'engrais.

**\* Cas du TSP :** (fig 7), pour le TSP on distingue généralement dès le début de l'essai une diminution rapide et progressive de la teneur en phosphore extractible dans les trois traitements. La teneur en  $P_2O_5$  assimilable continue à diminuer pendant les sept premiers mois. Ensuite l'allure des courbes change quelque peu, les teneurs présentent quelques augmentations et parfois stabilisation et diminution de nouveau. Cette fluctuation dans les derniers mois indique généralement à notre avis la stabilité approximative de phosphore dans le sol où il y a une légère libération des ions phosphoriques suivi d'une éventuelle fixation ou rétrogradation. La diminution de la teneur en phosphore assimilable peut s'expliquer par le fait que l'engrais soluble apporté au sol tel que le TSP, libère ses ions phosphoriques, réagit plus rapidement et évolue très vite dans un sol calcaire (TRUONG et al, 1984). Cette évolution se manifeste par la fixation ou la précipitation de certains ions par le calcium sous une forme relativement peu disponible (BARBER, 1977). Une telle perte d'assimilabilité peut s'expliquer par le processus d'insolubilisation du phosphore en présence du calcaire où le phosphate monocalcique soluble se transforme en forme plus calcique tel que le tricalcique insoluble après le passage par le phosphate bicalcique et l'octocalcique (ARVIEU, 1980). DUTIL et DUMON (1967), ont trouvé que la teneur en  $P_2O_5$  diminue rapidement pendant les quatre premiers mois puis très lentement pendant les mois suivants.

**\*Cas du phosphate naturel:** (fig 7), l'évolution du phosphore assimilable ici est différente, les traitements du PN présentent au début de l'essai des teneurs très basses. Ces dernières augmentent avec le temps mais très lentement, c'est une libération lente et progressive des ions phosphoriques qui a élevé un peu la teneur en  $P_2O_5$  assimilable des trois traitements. Cependant cette augmentation n'est pas continue, elle est observée jusqu'au 3<sup>ème</sup> ou 4<sup>ème</sup> mois,

puis les teneurs présentent des diminutions suivies de fluctuations et enfin une augmentation et parfois une diminution aussi observées à la fin de l'essai. C'est la conséquence probable d'une



**Fig 7. Evolution du phosphore assimilable dans le sol au cours du temps de l'essai sans matière organique**

libération d'ions phosphoriques à partir du PN suivi d'un effet de fixation ou de précipitation et en même temps d'une libération lente. A la fin de l'essai une élévation de la teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable est relevée dans les traitements avec PN ; néanmoins les teneurs initiales du TSP au début de l'essai restent supérieures. Il nous semble que cette élévation de la teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> assimilable des traitements du PN est une conséquence d'une dissolution partielle de ce dernier, qui dépend en premier lieu de la composition chimique et des degrés de substitution PO<sub>4</sub> - CO<sub>3</sub> et de cristallisation des apatites (CHIEN, 1977). Cette dissolution est favorisée par l'humidité du sol assurée par l'irrigation. Selon TRUONG (1988), il y a un gain important d'efficacité du PN quand l'humidité du sol augmente.

\*Concernant le témoin, on relève aussi une baisse de la teneur du phosphore préexistant dans le sol. Cette diminution est un peu rapide pendant les premiers mois, ensuite la teneur devient de plus en plus stable à partir du 6<sup>ème</sup> mois. La réserve initiale de  $P_2O_5$  assimilable du sol provenant des reliquats des fumures et de minéralisation des résidus des récoltes passe progressivement sous des formes plus difficilement assimilable suite au processus de rétrogradation (RADET, 1961).

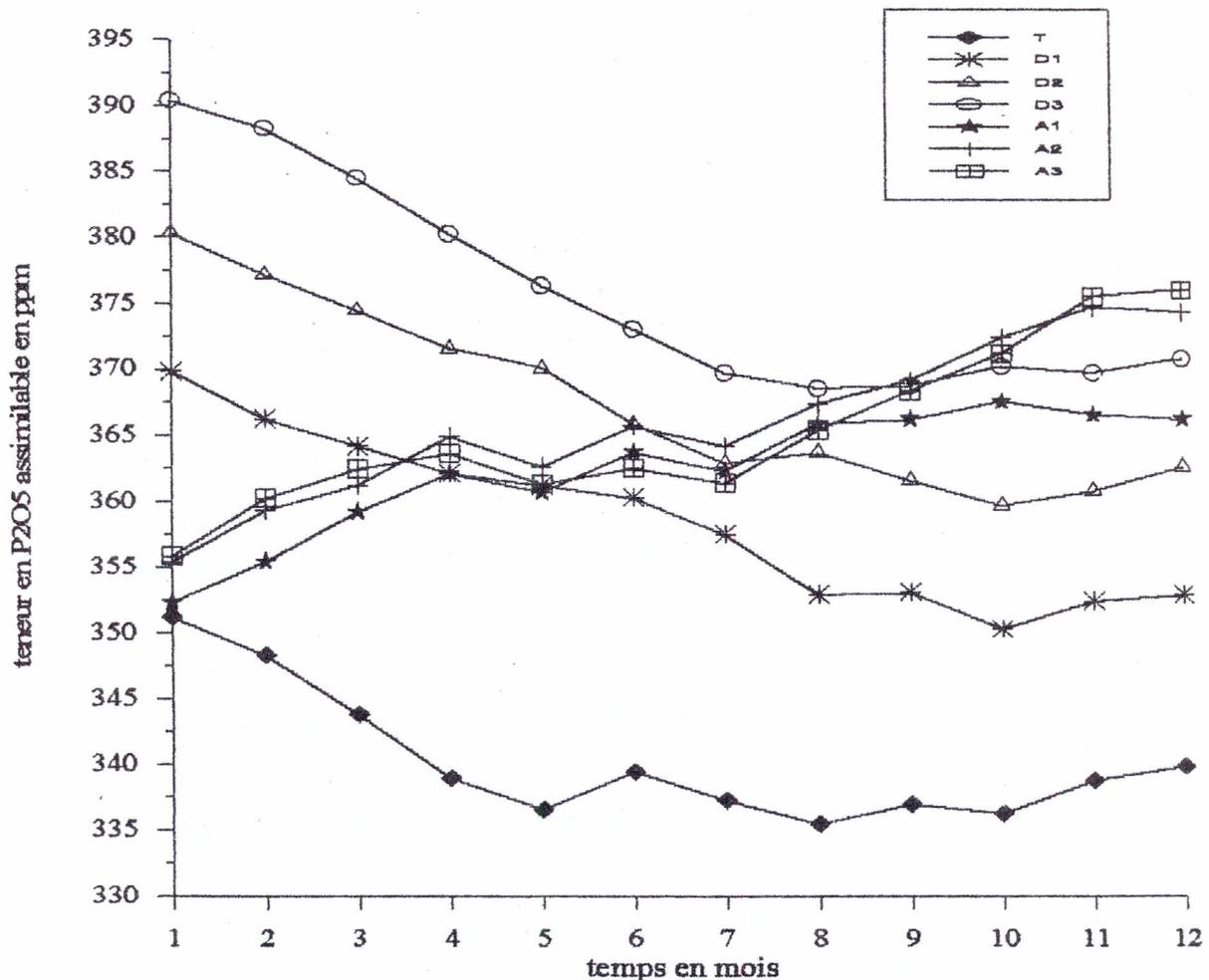
### 3.1.2. Essai avec matière organique:

L'évolution générale du phosphore assimilable ici est semblable à celle de l'essai sans matière organique (fig 8), avec l'existence des différences spécifiques à chaque engrais.

**\*Cas du TSP:** la diminution ici des teneurs en  $P_2O_5$  des traitements de TSP (fig 8) est moins rapide et les concentrations sont un peu plus élevées, ce qui indique que l'insolubilisation est moins intense ; cependant l'allure des courbes reste la même. A partir du 8<sup>ème</sup> mois, les teneurs apparaissent généralement de plus en plus stables avec une légère fluctuation. Il est à noter aussi que la courbe du traitement D3 ne croise pas celle du D2 comme dans le cas précédent, c'est à dire que la diminution ici est moins accrue traduisant des taux en phosphore un peu plus élevée par rapport à l'essai sans matière organique. Cette action positive serait due à la matière organique qui avait limitée ou allégée l'intensité de la rétrogradation des ions phosphoriques dans le sol par son effet protecteur. Selon DUTIL (1976) la disponibilité phosphorique est d'autant meilleure que les sols sont mieux pourvus en matière organique. ARVIEU (1980), a montré que la présence d'acides humiques dans le milieu réactionnel empêche la transformation de DCPD en OCP et d'une façon générale inhibe la précipitation des apatites.

**\*Cas du phosphate naturel:** (fig 8), l'évolution du phosphore assimilable est aussi assez semblable à celle de l'essai sans matière organique. Toutefois les teneurs ici augmentent un peu plus rapidement et par conséquent elles sont plus élevées surtout dans les derniers mois de l'expérimentation. On remarque aussi une diminution mais à partir du 5<sup>ème</sup> mois et elle est relativement plus lente que celle de l'essai précédent. Ensuite une certaine fluctuation apparaît suivie souvent d'une augmentation progressive conduisant à des concentrations plus élevées au terme de l'essai. Il semble que la matière organique et l'activité microbienne stimulée ont favorisé la libération des ions phosphatés du PN et leur protection, ce qui a permis d'élever relativement les teneurs en  $P_2O_5$  assimilable. Car la stimulation de la microflore tellurique entraîne toujours un accroissement de la teneur du sol en phosphore assimilable en solubilisant les phosphates naturels (DOMMERGUES et MANGENOT, 1970). Selon ces auteurs aussi, l'effet des acides résultant de l'activité microbienne est plus marqué que ces produits

présentent en outre, la propriété de former des chélates avec le calcium, qui s'avère particulièrement efficace dans la solubilisation de l'apatite naturelle.



**Fig 8. Evolution du phosphore assimilable dans le sol au cours du temps de l'essai avec matière organique**

\*Enfin, quant au traitement témoin, il présente presque la même allure de la courbe d'évolution du phosphore assimilable du sol que dans l'essai précédent. Néanmoins la diminution de la teneur ici est un peu plus rapide pendant les quatre premiers mois. A partir du 5<sup>ème</sup> mois, le taux en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> augmente suivi d'une tendance à la stabilité avec des teneurs un peu plus élevées dans les derniers mois de l'essai. Selon RADET (1961), le processus de la rétrogradation qui intéresse les réserves initiales en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> du sol s'accroît davantage dans les sols appauvris en matière organique.

## CONCLUSION:

La teneur en phosphore assimilable des traitements avec TSP a subi une diminution importante, plus accentuée en absence de la matière organique. Cette baisse en teneur est notée principalement dans les sept premiers mois suivie d'une tendance à la stabilisation.

Pour le témoin, la réserve initiale en phosphore assimilable du sol montre aussi une diminution progressive due au processus d'insolubilisation de  $P_2O_5$  assimilable ; ceci pendant les cinq premiers mois puis elle se stabilise progressivement.

Concernant les traitements avec phosphate naturel on a observé une libération lente et progressive de quantités appréciables en ions phosphoriques, en fin de l'essai. Cette libération est encore meilleure en présence de la matière organique.

Cette évolution du phosphore assimilable est observée ainsi lors de fractionnement du phosphore à la fin des essais. A cet égard on a relevé principalement une diminution plus ou moins importante en phosphore soluble surtout dans les traitements sans matière organique, et en revanche un enrichissement notable en P-Ca dans les mêmes traitements. La matière organique a joué donc un rôle important dans l'évolution des phosphates dans le sol. Concernant le phosphate naturel, il nous semble que durant la période de l'essai, il a pu libérer une quantité d'ions phosphatés, la teneur en PS devient proche de celle des traitements du TSP à la fin de l'essai. Dans ce contexte il est utile de signaler une remarque très importante ; les teneurs en PS des traitements ayant reçus des phosphates obtenus à la fin de cet essai d'évolution (sans végétal) sont très inférieures (43 ppm au moyenne) à celles obtenues à la fin de l'essai avec végétal (culture d'orge) (61.72 ppm au moyenne). Ceci malgré les prélèvements effectués par le végétal, et la réserve assimilable relativement plus élevée. Ceci s'explique à notre avis par un effet considérable de la rhizosphère. Cette action rhizosphérique a solubilisé davantage le PN et a maintenu en solution une quantité appréciable des ions phosphoriques de l'engrais soluble et cela grâce aux substances acides et protons  $H^+$  libérés.

Les fractions P-Al et P-Fe appartiennent pratiquement inchangées dans ces essais.

## SYNTHESE ET CONCLUSION GENERALE:

Au terme de ce travail il est important de faire ressortir les résultats de certains paramètres pris en compte dans cette étude expérimentale, notamment les principales actions du PN sur la plante et sur le sol et son évolution dans le sol en comparaison avec le TSP ainsi que les effets de certains facteurs intervenants.

\*A court terme : correspondant dans notre essais au stade tallage de la culture d'orge des essais en plein champ. Il apparaît que le TSP grâce à sa solubilité élevée et son action immédiate et rapide est plus efficace que les formes d'engrais peu ou pas solubles. Il agit rapidement dans le

sol est donc par conséquent les meilleurs résultats que ce soit sur la plante ou sur le sol. Le TSP a montré les teneurs les plus élevées en phosphore assimilable du sol et en phosphore du végétal au stade tallage. A l'inverse l'action du PN sur la plante et sur le sol à ce stade est modeste représentée par des teneurs en  $P_2O_5$  assimilables et des teneurs du végétal en phosphore plus faibles, même si elles sont significativement supérieures par rapport au témoin. La présence de la matière organique a peu amélioré l'effet du PN à ce stade, néanmoins la supériorité du TSP reste la même en absence ou en présence de la matière organique, à cause du temps relativement court, qui n'a pas permis une bonne décomposition de la matière organique et une solubilisation du PN.

\*A long terme : correspondant dans notre étude à la fin des essais en plein champ, c'est à dire à la récolte, l'effet du PN est nettement amélioré avec le temps, son action devient plus proche de celle du TSP en absence de la matière organique. Tandis qu'en présence de cette dernière les résultats sont similaires entre les deux engrais. Ces résultats sont représentés par le rendement en grains, le poids de 1000 grains, le teneur en phosphore assimilable du sol, la teneur des grains en phosphore et le fractionnement du phosphore du sol.

Concernant l'évolution des phosphates dans le sol, le PN a pu libérer une quantité appréciable des ions phosphoriques, cette libération est nettement améliorée en présence de la matière organique. Tandis que le TSP a évolué très vite dans le sol pour donner des composés de plus en plus calciques et de moins en moins solubles, et par conséquent il a perdu même provisoirement une quantité appréciable de sa forme assimilable. Cette perte d'assimilabilité est moins accentuée en présence de la matière organique. Cette évolution est observée aussi au niveau du fractionnement du phosphore, en particulier dans les fractions, PS et P-Ca.

Les résultats obtenus dans cette étude révèlent une action importante du PN surtout à long terme, suite vraisemblablement à une dissolution loin d'être négligeable sous l'effet de certains facteurs intervenants :

\*Effet du régime hydrique : l'irrigation semble augmenter l'efficacité du PN en assurant au sol une humidité suffisante durant toute la période de l'essai. Cette humidité augmente l'effet du PN (TRUONG, 1988) et donne une alimentation phosphatée aux cultures très marquée (BLANCHET et al, 1978).

\*Effet de la matière organique: l'effet du PN est nettement amélioré par l'apport de la matière organique, ceci est observé généralement dans tous les paramètres étudiés ; cette amélioration concerne aussi le TSP. On a noté une élévation de la teneur en PS de 16.5% dans tous les traitements et de 20.5% pour le PN dans l'essai avec matière organique.

\*Effet des micro-organismes : comme l'ont montré plusieurs auteurs et en particulier DOMMERGUES et MANGENOT (1970), les micro-organismes ont un effet très marqué sur la solubilisation du PN. La présence de la microflore stimulée dans le sol provoque toujours l'accroissement du phosphore assimilable. Le CO<sub>2</sub> dégagé des oxydations biologiques contribue ainsi à la libération de l'acide phosphorique à partir du phosphate naturel.

\*Effet de la rhizosphère : cet effet très marqué dans notre étude est bien illustré par les teneurs les plus élevées en phosphore soluble trouvées à la fin des essais avec végétal (61.72 ppm) et les teneurs de celui-ci beaucoup plus faibles dosées à la fin des essais sans végétal (43 ppm).

Les facteurs cités ci-dessus et la nature même du PN de Dj-Onk de part son origine sédimentaire, a des propriétés intéressantes (solubilité, porosité, tendreté) ; ont contribué vraisemblablement à la solubilisation du PN et par conséquent ont augmenté son efficacité.

En résumé on peut dire :

- Le TSP est l'engrais par excellence pour les actions à court terme
- Le PN a une action tardive s'améliore avec le temps
- L'apport de la matière organique augmente considérablement l'efficacité du PN
- L'apport du PN combiné avec la matière organique dans un sol pourvu en phosphore assimilable donne des résultats similaires au TSP comme l'a rapporté RADET (1961).
- L'humidité de sol assurée par un régime hydrique adéquat, favorise fortement la solubilisation du PN, comme l'a montré TRUONG (1988).

Cependant la rapidité d'action du TSP et l'effet lent du PN nous amènent à suggérer :

- L'utilisation du TSP à court terme comme fumure starter et le PN à long terme pour une action tardive. Le meilleur mélange a été obtenu avec des proportions 50% - 50% de TSP et de PN en sol alcalin en Inde (ANONYME, 1987).
- Confirmer les résultats par une série d'essais de longue durée avec plusieurs espèces végétales et en particulier des légumineuses dans plusieurs types de sols.

#### BIBLIOGRAPHIE

- AMAR B., 1988 Les phosphates naturels dans la fertilisation des sols acides. Séminaire sur l'utilisation des phosphates naturels dans la fertilisation des sols. Ferphos. Tebessa. 21 - 32.
- ANONYME., 1987 Mussoorie-Phos, a natural phosphatic fertilizer for direct application. ppcl, New Delhi. India ; 78 P.
- ARVIEU J.C., 1980 Réactions des phosphates minéraux en milieu calcaire, conséquences sur l'état et la solubilité du phosphore. BAFES 3, 179 - 190.

- BLANCHET R., BOSCH M., MAERTENS C., 1978 Influence de l'état hydrique du sol sur l'alimentation phosphorique des plantes. Phos et agrjc. 72. 1 - 11.
- DOMMERGUES Y., MANGENOT F., 1970 Ecologie microbienne du sol. Ed. Masson. 796 P.
- GACHON L., 1973 Vieillessement de divers engrais phosphatés en relation avec le type de sol étudié par la méthode CHANG et JACKSON. Ann agron 24 (5), 585 - 613.
- HECK J.P., HANOTIAUX G., 1982 Deux exemples de pédologie appliquée. Bulletin de la société belge de géologie. T 91. Fase 1, 70 - 76.
- NYE P.H., KIRK G.J.D., 1987 the mécanisme of rock phosphate solubilisation in the rhizosphere. Plant and soil. 100, 127 - 134.
- TRUONG B., 1988 Conditions d'efficacité des phosphates naturels dans la fertilisation des sols. Séminaire sur l'utilisation des phosphates naturels dans la fertilisation des sols et la nutrition animale. Ferphos. Tebessa. 5 - 18.

### ملخص

#### دراسة تجريبية حول فعالية الفسفات الطبيعي بالنسبة لـ TSP في تخصيب التربة بالصحراء

في إطار تبيين مواردنا الطبيعية ومنها على الخصوص تكثيف وتوسيع دائرة البحث حول الاستعمال المباشر للفسفات الطبيعي في الزراعة، وهذا على شريحة واسعة من التربة وذلك من أجل إستغلال أحسن لهذا المنتوج كمخصب، حددنا كهدف لهذا العمل دراسة فعالية الفسفات الطبيعي في تخصيب تربة صحراوية مسقية وشروط إستعماله في الزراعة الصحراوية وذلك بالمقارنة مع TSP. لهذا قمنا بتجارب في الحقل وأخرى في أصاصيص. هذه التجارب أحرقت بوجود زراعة الشعير أو بعدم وجود نبات على الإطلاق، وبحضور المادة العضوية أو غيابها.

النتائج المتحصل عليها من خلال دراسة عدة عوامل تتعلق بالتربة أو بالنبات ومنها: الفسفور القابل للإفادة، الفسفور الكلي، تجزئة الفسفور، تركيز الفسفور في النبات، محصول الخبواب، وزن 1000 حبة بينت أن: TSP وبفضل ذوبانيته العالية له فعل سريع ويعطي أحسن النتائج على المدى القصير، في حين أن فعل الـ PN بطيء و متواضع على هذا المدى ولكنه يصبح إيجابيا جدا على المدى البعيد خاصة في وجود المادة العضوية مما جعل فعل السمادين حد متقارب. هذه الأخيرة ساهمت في تحسين فعالية السمادين وعلى الخصوص الـ PN. ثم استنبطنا بعض العوامل التي ساعدت بالفعل في فعالية الـ PN من خلال زيادة تحلله ومنها فعل محيط الجذور، مياه السقي، المادة العضوية والكائنات الدقيقة الحية والتي شرحت في النص. أسباب ونتائج انحلال الـ PN وكذا تفاعل TSP في التربة كانت أيضا محل مناقشة وتحليل.

# **Thème 2 : Salinité**

# BILAN DE LA SALINITE ET DU SODIUM SOLUBLE DANS UN SOL SABLEUX AMENDE PAR LA BENTONITE DE MAGHNIA

BENKHELIFA M.<sup>1</sup> ARBAOUI M.<sup>2</sup> OULD ABDI M.<sup>3</sup> et BELKHODJA M.<sup>4</sup>  
B.P 17 Bordji Ammar 27000 Mostaganem Algérie.

<sup>1</sup> et <sup>2</sup> Département d'Agronomie, Faculté des Sciences et de l'Ingénieur, Université de Mostaganem

<sup>3</sup> Département d'Agriculture Saharienne, Université de Ouargla

<sup>4</sup> Département de Biologie, Université d'Es-senia Oran

<sup>1</sup>, <sup>2</sup> et <sup>4</sup> Chercheurs associés CRSTRA

## Abstract :

The utilization of the bentonite as amendment is a important mean that permits to improve the chemical physical and hydric properties of sandy soil. In the pan of Ouargla, the sandy soils are dominant and record raised proportions in salts. In order to study the leaching of the soluble  $\text{Na}^+$  shortcoming this type of soil following its amendment, we analyzed samples appropriated from 36 columns of soil with 30 cm of height (sand + applied bentonite to 0, 5, 10 and 15% of the dry weight soil) on three levels of depth: superficial (5cm); mean (15cm) and lower (25cm). These analyses carried on the EC and the soluble  $\text{Na}^+$  and have been done following three irrigations to the help of water distilled. The water of drainage has also been analyzed at the end of every irrigation. The successive irrigation effect seems contrarily predominant on variations of amounts in  $\text{Na}^+$  to the one of bentonite doses.

**Key-words:** arid zone, Bentonite, Amendment, Sandy soil, EC, Na, Irrigation, drainage.

## Résumé:

La bentonite est utilisée depuis longtemps comme amendement en vue d'améliorer les caractéristiques physico-chimiques et hydriques des sols sableux. Dans la cuvette de Ouargla, ce type de sol est dominant et enregistre des teneurs en sels élevées.

A du sable prélevé d'une parcelle de la ferme de l'Institut d'agronomie de Ouargla, nous avons ajouté 5, 10 et 15% de bentonite de Maghnia et les mélanges obtenus étaient placés sur des tubes en PVC à 30cm de hauteur. Afin d'évaluer le lessivage du  $\text{Na}^+$  à travers ces mélanges, nous avons analysé des échantillons prélevés à trois niveaux de profondeur : superficielle (5cm); moyenne (15cm) et inférieure (25cm). Les mesures de la CE(1/5) et de la teneur en  $\text{Na}^+$  soluble étaient déterminées au bout de trois irrigations successives à l'aide de l'eau distillée. Les mêmes mesures ont porté sur l'eau de drainage récupérée suite à chaque arrosage.

L'effet des irrigations successives semble prédominant sur les variations de la salinité totale des mélanges et leurs teneurs en  $\text{Na}^+$  contrairement à celui des doses de bentonite et cette dernière ne semble pas favoriser une accumulation en cet élément dans les profils des substrats amendés par rapport au témoin.

**Mots clés:** Zone aride, Bentonite, Amendement, Sol sableux, CE, Na, Irrigation, drainage.

## Introduction :

Des données globales montrent que 64% des zones arides et 97% de celles hyperarides du monde entier sont concentrées en Afrique et Asie (GROENLAND et al. 1994). En Algérie, les régions arides et semi-arides occupent 95% du territoire national (HALITIM, 1985). En effet, les sols dans ces régions, en majorité sableux, diffèrent de ceux des zones humides par

des propriétés très significatives et toutes liées à une insuffisance en humidité (HASELTINE, 1997). Leur matière organique est très faible et compte moins de 1% et leur CEC ne dépasse pas 1 meq/100 g de sol. Il est rapporté qu'en fonction du type d'argile ajoutée à ce type de sol, la CEC augmente de 8 à 100 meq/100 g de sol (HASELTINE, 1997). C'est pourquoi, l'utilisation de la bentonite comme moyen d'amélioration des caractéristiques physico-chimiques et hydriques de ces sols a été étudiée par plusieurs auteurs et a révélé des résultats très encourageants ( BENKHELIFA, 1997 ; EL SHERIF, 1987 ; LHOTSKY, 1979 ; ENGELTHALER, 1977).

Ce type de sols prédominant dans la cuvette de Ouargla (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975), enregistre des propriétés physico - chimiques et hydriques défavorables à la production agricole à cause de deux facteurs :

- leur particularité, comme sols du Sahara, qui fait que leur régime hydrique est de type aridique et leur fraction minérale est constituée dans sa quasi-totalité de sable (DAOUD, 1994).
- les phénomènes de salinisation et de sodisation auxquels ils sont soumis suite aux cycles de dessiccation - humectation liés à l'irrigation (DAOUD et al., 1994 ; BENZAHY, 1994).

L'adjonction de bentonite à ces sols de nature salée, bien qu'elle améliore leur réserve hydrique et assure une économie en eau d'irrigation, modifie leur activité d'échange cationique.

Le but du présent travail est d'étudier l'effet de l'adjonction de la bentonite de Maghnia à un sol sableux provenant de la cuvette de Ouargla sur le bilan de salinité et sur le mouvement en profondeur du sodium soluble suite à des irrigations successives à l'eau distillée. Pour cela, nous avons choisi trois doses de bentonite : 5%, 10% et 15 du poids de sol sec. Celle de 10% correspond à la dose théorique optimale de bentonite rapportée par la bibliographie (BENKHELIFA, 1997 ; EL SHERIF, 1987 ; BELARBI, 1987 ; LHOTSKY, 1979 ; ENGELTHALER, 1977). Les deux autres sont destinées à détecter le degré d'effet de doses encadrant l'optimum théorique.

Nous avons effectué sur les colonnes d'échantillons (mélange sable + bentonite) trois irrigations avec de l'eau distillée moyennant un intervalle de cinq jours. Au bout de chaque irrigation, nous avons déterminé la conductivité électrique (extrait 1/5) et les teneurs en sodium soluble aux niveaux de trois profondeurs des colonnes d'échantillons ainsi que sur l'eau de drainage.

## I- Matériels et méthodes :

### 1. Matériels d'étude :

+ **Sable** : Le tableau suivant résume les caractéristiques physico-chimiques des échantillons du sol sableux prélevés dans une parcelle de l'exploitation agricole de l'Institut National de Formation Supérieure en Agronomie Saharienne de Ouargla (Algérie).

**Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques du sable.**

Constituant	Teneur	Constituant	Teneur
Sable fin %	51.35	K <sup>+</sup> meq /100g	02.63
Sable grossier %	24.00	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> meq /100g	141.90
Limon fin %	09.80	Cl <sup>-</sup> meq /100g	84.80
Limon grossier %	03.35	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> meq /100g	0.14
Argile en %	01.50	C.E (extrait 1/5) dS.m <sup>-1</sup>	08.00
Ca <sup>++</sup> meq /100g	17.00	pH	08.38
Mg <sup>++</sup> meq /100g	06.40	M.O %	0.42
Na <sup>+</sup> meq /100g	26.90		

+ **Bentonite** : La bentonite utilisée provient du gisement de Maghnia et présente sous sa forme brute, les caractéristiques physico-chimiques suivantes (Tableau 2).

**Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques de la bentonite.**

CaCO <sub>3</sub> %	15.50	C.E.C meq /100g	64
pH eau	8.4	HCC %	79.4
pH KCl	7.9	C organique %	0.15
C.E mmhos/cm.	1.4	M.O %	0.26

## 2. Méthodes d'étude :

### + Dispositif expérimental :

Nous avons adopté la méthode des blocs complets aléatoires avec 3 répétitions. Sur 60 cylindres en polyéthylène, nous avons introduit les mélanges (sable + bentonite) sur une hauteur de 30cm. Les colonnes d'échantillons ainsi formées étaient irriguées et l'eau de drainage récupérée pour être analysée. Au bout de chaque irrigation, 12 colonnes (4 doses de bentonite x 3 répétitions) étaient sacrifiées pour le prélèvement des échantillons à 3 niveaux de profondeur : 5cm (couche supérieure), 15cm (intermédiaire) et 25cm (inférieure).

### + Doses d'irrigation :

En irriguant préalablement les colonnes de mélange, nous avons déterminé les doses d'irrigation par différence entre les quantités d'eau apportées avant arrosage et celles récupérées suite à la cessation rapide de l'écoulement. Les doses d'eau trouvées ont été majorées de 10% pour garantir l'obtention d'une quantité de drainage et sont présentées dans le tableau suivant :

**Tableau 4 : Quantités d'eau apportées en fonction des doses de bentonite.**

Doses en %	0	5	10	15
Quantité d'eau en ml	1100	1315	1400	1600

### + Méthodes d'analyses :

- Analyse granulométrique: par la méthode internationale de sédimentation en utilisant l'héxamétaphosphate de sodium comme dispersant.
- Conductivité électrique: au conductimètre sur extrait au 1/5.
- Na<sup>+</sup>: a été dosé au spectrophotomètre à flamme sur extrait au 1/5.

Les résultats obtenus ont fait l'objet d'une analyse de la variance à l'aide du test de student.

## II- Résultats :

### 1 - Variations de la Conductivité électrique

#### + CE dans le sol selon la dose de bentonite (fig.1).

Dans la couche superficielle (fig.1A) et lors de la première irrigation, la CE évolue progressivement en baissant lorsque la dose de bentonite augmente. Lors de la seconde irrigation, par contre, nous observons une brusque augmentation de ce paramètre sous la dose de 5% de bentonite au delà de laquelle, il diminue lentement aux doses supérieures. A la troisième irrigation, la CE se stabilise jusqu'à la dose de 10% de bentonite puis augmente rapidement sous le traitement de 15%.

Dans la couche intermédiaire (fig.1B), la CE augmente rapidement, après la première et la seconde irrigation, sous la dose de 5% de bentonite par rapport au témoin, puis décroît légèrement sous les doses suivantes. Lors de la troisième irrigation, ce paramètre augmente au fur et à mesure que la dose de bentonite augmente par rapport au témoin.

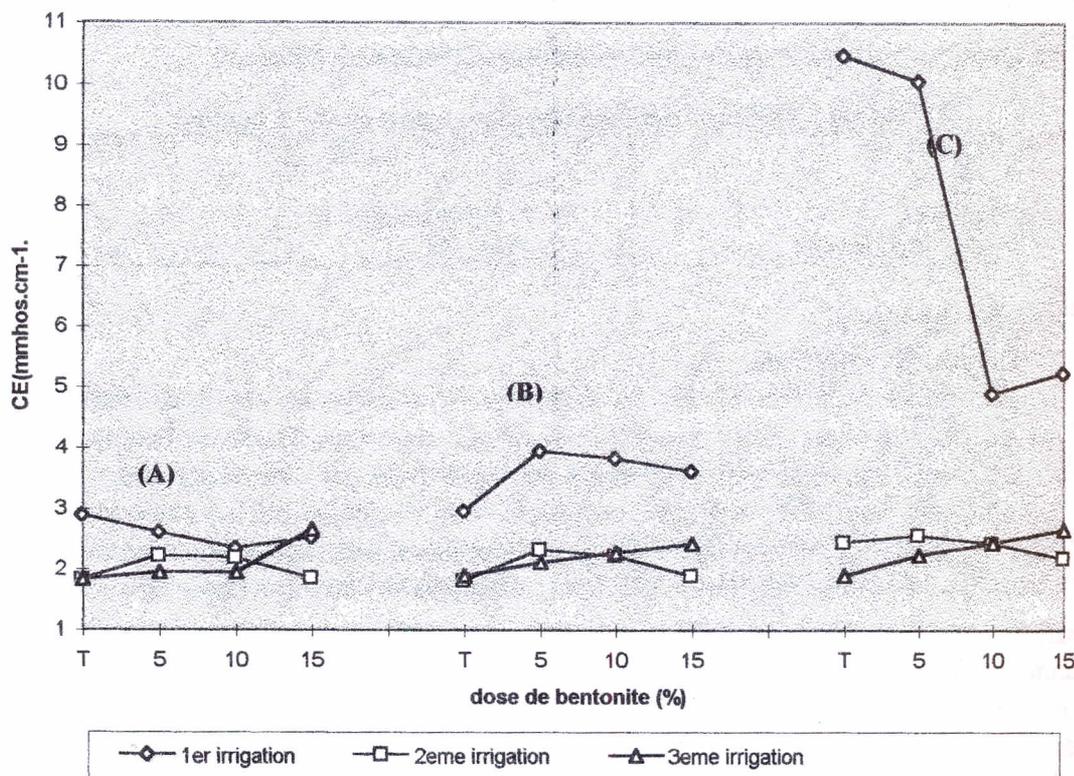


Fig. 1 - Evolution de la CE ( $\text{dS.m}^{-1}$ ) en fonction des doses de bentonite dans les couches superficielle (A), intermédiaire (B) et inférieure (C) du sol après irrigations.

Pour la première irrigation et dans la couche inférieure (fig.1C), la CE décroît légèrement par rapport au témoin sous la dose de 5% de bentonite puis très rapidement sous celle de 10% et enregistre enfin une nette augmentation sous la dose de 15%. Pour la seconde irrigation, la CE augmente très légèrement sous la dose de 5% de bentonite puis décroît sous l'effet des doses suivantes. Pour la troisième irrigation, la CE s'accroît au fur et à mesure que la dose de bentonite augmente.

La comparaison horizontale des valeurs de la CE montre qu'à la première irrigation, ce paramètre augmente significativement avec la profondeur du sol. A la deuxième et troisième irrigations, la CE ne varie pas de manière significative entre les différentes couches du sol.

#### + CE dans l'eau de drainage selon la dose de bentonite.

Dans l'eau de drainage et lors de la première irrigation ( fig.2), la CE enregistre les valeurs les plus élevées par rapport aux deux autres arrosages sous tous les traitements en bentonite.

Dans ce cas, la CE augmente sous la dose de 5% de bentonite par rapport au témoin et diminue sous celles de 10 et 15%. Au bout des deux dernières irrigations, les valeurs de ce paramètre diminuent respectivement mais dans des proportions plus faibles.

## 2 - Variations de la teneur en $\text{Na}^+$ soluble (fig.3).

#### + $\text{Na}^+$ soluble dans le sol selon la dose de bentonite.

Dans la couche superficielle du sol et lors de la première irrigation (Fig.3A), la teneur en  $\text{Na}^+$  s'accroît sous la dose de 5% de bentonite par rapport au témoin ensuite diminue

légèrement sous l'effet des deux autres. Après la seconde et la troisième irrigation, cette teneur baisse respectivement mais avec de très faibles variations.

Il convient de noter que dans les couches intermédiaire (fig.3B) et inférieure (Fig.3 C), les variations de la teneur en  $\text{Na}^+$  sont analogues à celles observées dans la couche superficielle.

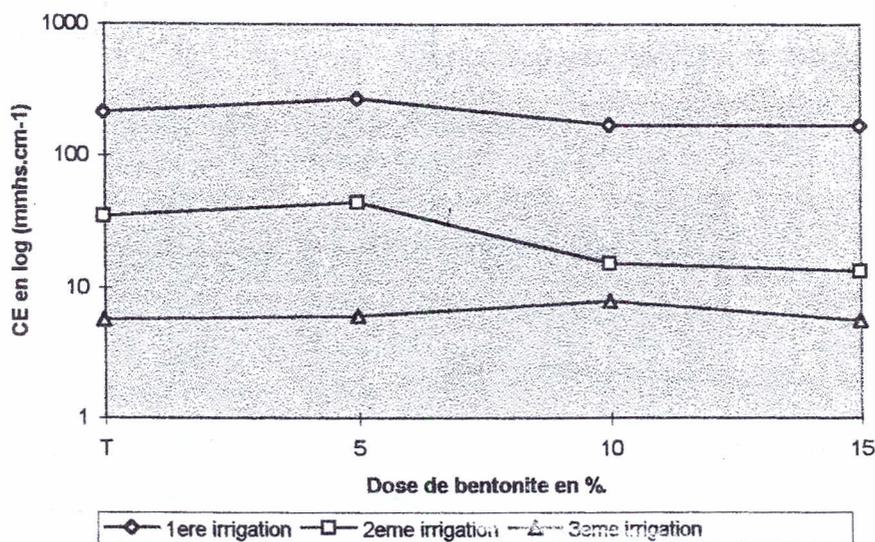


Fig. 2- Variation de la CE de l'eau de drainage après irrigations.

Une comparaison horizontale (Fig.3A, B et C), montre qu'après les deux premières irrigations la teneur en  $\text{Na}^+$  s'accroît dans le sens de la couche la plus profonde. Lors de la troisième irrigation, cette teneur n'enregistre pas des variations significatives dans tout le profil du sol.

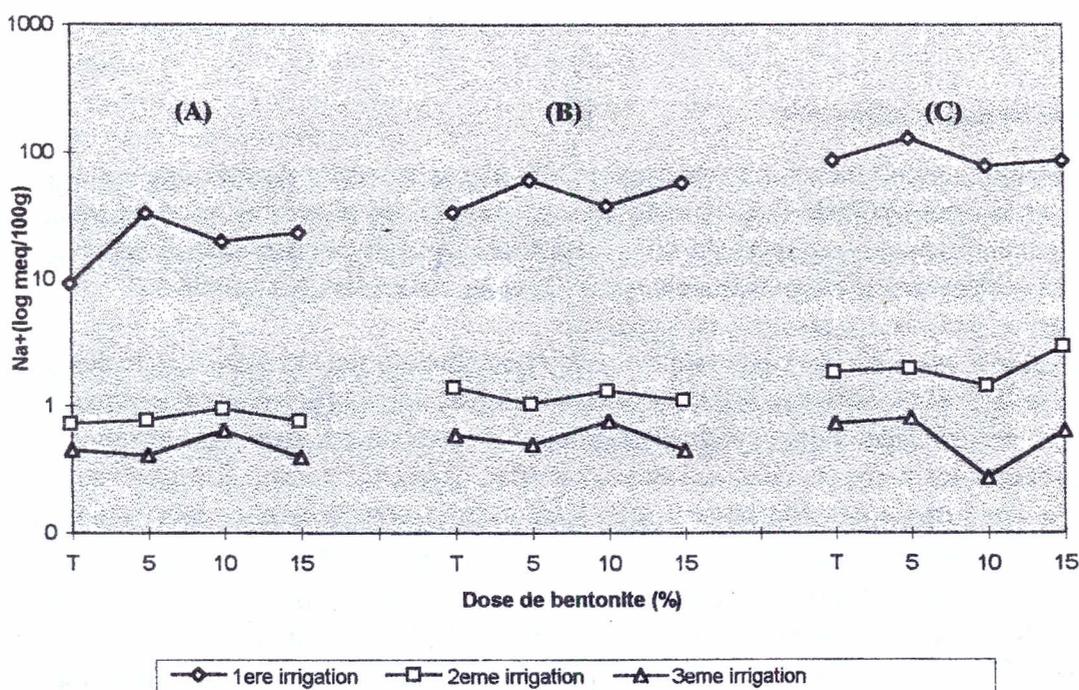


Fig. 3- Variations de la teneur en  $\text{Na}^+$  (log meq.100g<sup>-1</sup>) en fonction des doses de bentonite dans les couches superficielle (A), moyenne (B) et inférieure (C) du sol après irrigations.

### + Na<sup>+</sup> soluble dans l'eau de drainage selon la dose de bentonite:

Dans l'eau de drainage et lors de la première irrigation (fig.4), la teneur en Na<sup>+</sup> enregistre les plus grandes valeurs sans variations significatives sous l'effet des quatre doses de bentonite. Au bout de la seconde irrigation, ce cation varie très légèrement sous la dose de 5% de bentonite puis décroît sous l'effet des deux autres doses.

L'analyse statistique révèle une prédominance de l'effet des irrigations sur les variations globales de la CE de l'eau de drainage.

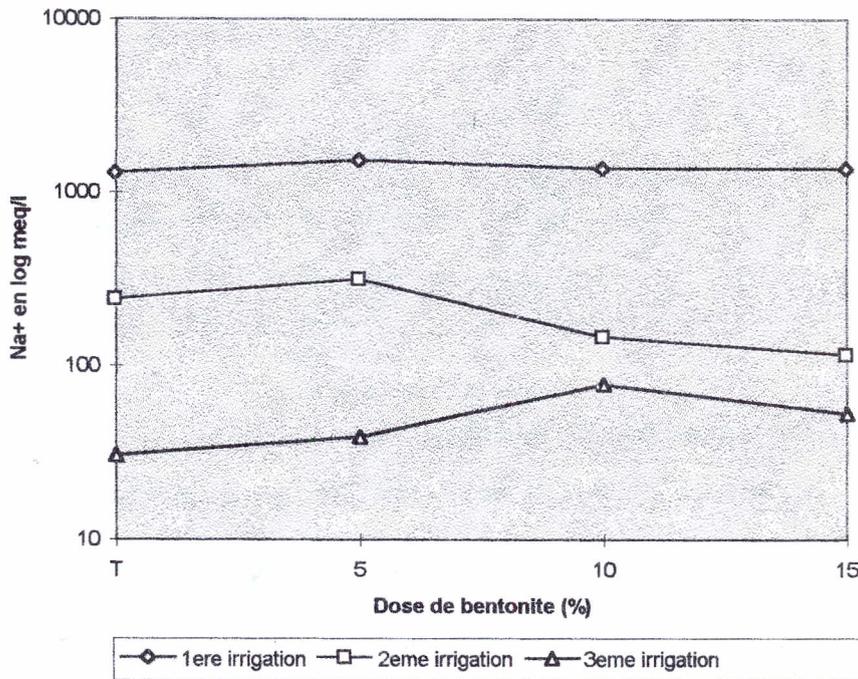


Fig. 4 - Variations de la teneur en Na<sup>+</sup> dans l'eau de drainage.

### 3- Discussions et conclusion:

D'un manière globale, on remarque que la teneur en argile du mélange a été multipliée par 6 pour la dose optimale théorique de 10% par rapport au témoin et selon les valeurs de la CE, les échantillons des mélanges du sable + bentonite ne sont pas très salés. L'adjonction de la bentonite n'a pas modifié significativement la CE et les teneurs en Na<sup>+</sup> soluble.

Après les irrigations, les résultats obtenus indiquent :

- **Au niveau du sol** : par rapport à la valeur initiale moyenne de la CE des mélanges (7.78dS.m<sup>-1</sup>), près de 60% des sels solubles sont lessivés après la première irrigation à partir de la couche superficielle. Ceci explique les valeurs élevées de ce paramètre après la première irrigation dans les deux couches suivantes. En effet, la première irrigation intervient dans le lessivage d'une partie des sels présent à l'origine dans la couche intermédiaire du sol et ceux transportés par l'eau et provenant de la couche superficielle. A cet effet, la couche profonde, reçoit après la première irrigation les sels cumulés de tout le profil du sol. Les secondes et troisièmes irrigations agissent en établissant un certain équilibre relatif à l'évolution de la CE dans les couches du sol. En effet, pour confirmer cela, nous avons procédé à une quatrième et une cinquième irrigation lors de notre essai ; les résultats ont révélé qu'au delà de la troisième irrigation, les changements de la CE sont insignifiants dans toutes les couches et dans tous les traitements.

L'analyse statistique a en effet montré que 76% des variations de la CE dans les couches du sol sont dues aux irrigations contrairement aux doses; ces dernières s'avèrent insignifiantes.

L'effet des doses de bentonite n'est apparent sur la conductivité électrique qu'au bout de la première irrigation et à un degré moindre au bout de la seconde, à cause de la conductivité hydraulique de l'eau à travers les colonnes de sol pendant l'irrigation (CALLOT et al, 1983 et HALITIM, 1985). En effet, un essai en parallèle a montré que la perméabilité est passée de  $49.5 \text{ cm.h}^{-1}$  (très rapide selon l'échelle rapportée par AUBERT, 1978) pour la dose de 5 % de bentonite à  $6.4 \text{ cm.h}^{-1}$  (moyenne) pour celle de 10%. Ceci explique en partie les variations de la CE entre les doses de 5 et 10% de bentonite.

En matière de lessivage, la teneur en  $\text{Na}^+$  soluble dans le sol, a subi des variations analogues à celles de la CE. En effet, DROUBI (1976) cité par DAOUD (1983) a mis en évidence une proportionnalité entre la teneur en  $\text{Na}^+$  dans le sol et sa CE. Les différences en teneurs de  $\text{Na}^+$  sous la première irrigation comparativement aux deux autres sont remarquablement importantes dans toutes les couches. A cet effet, 60% de la teneur en  $\text{Na}^+$  de la couche superficielle, a été lessivée dès la première irrigation. Ceci présume que le  $\text{Na}^+$  est entraîné d'une manière cumulée par l'eau d'irrigation vers les couches inférieures. Après la troisième irrigation un équilibre en  $\text{Na}^+$  s'est rétabli dans les couches du sol.

Par ailleurs, il faut noter qu'au niveau du sol l'action des irrigations est prédominante sur les variations de la teneur en  $\text{Na}^+$  avec une part de 94% des variations globales.

-  **dans l'eau de drainage**, les valeurs de la CE décroissent remarquablement de la première à la seconde irrigation avec un taux moyen de 78% et de la première à la troisième avec un taux moyen de 95%. Ceci concorde avec les résultats précédents enregistrés dans le sol et montre également que l'essentiel des sels solubles sont lessivés au bout de la première irrigation. L'analyse statistique révèle un effet significatif des irrigations sur les variations globales de la CE de l'eau de drainage.

Dans l'eau de drainage, la teneur en  $\text{Na}^+$  évolue également vers un état d'équilibre après une diminution moyenne de 69 et 73% respectivement après la première et la seconde irrigation. Dans ce cas, les irrigations sont à l'origine de 99% des variations globales de la teneur en  $\text{Na}^+$  de l'eau de drainage.

Les trois irrigations semblent rétablir un niveau d'équilibre de la CE et de la teneur en  $\text{Na}^+$  dans le profil du sol traité. En effet, suite à des irrigations effectuées sur un sol sableux limoneux du plateau de Negev, VINTEN et al (1986) ont remarqué que les concentrations en sel dans les couches supérieures du sol ont diminuées, et la distribution du sel dans le profil du sol est devenue plus uniforme.

L'effet de l'irrigation s'est traduit par une facilité du mouvement en profondeur du  $\text{Na}^+$ , ce qui réduit le risque de virage du mélange sable-bentonite vers des seuils importants de sodicité préjudiciables à la croissance et au développement des cultures (RUELLAN et al, 1967).

Cette étude montre que la combinaison de la bentonite aux sols sableux pour améliorer leurs propriétés physico-chimiques et hydriques n'entraîne pas une accumulation des sels et du  $\text{Na}^+$  suite aux irrigations dans les couches supérieures et intermédiaires du sol, correspondant généralement à la zone racinaire.

Ces résultats nous conduisent à rechercher le comportement de plantes sous les conditions de cette combinaison de substrats stressées ensuite continuellement irriguées à l'eau salée. C'est l'objet de nos prochains travaux.

## Bibliographie.

- AUBERT G., (1978) – Méthodes d'analyses des sols. Faculté des Sciences et Techniques de Saint- Jérôme. France. 191p.
- BELARBI A.,(1987) - Influence de la bentonite utilisée comme amendement minéral sur un sol sableux. Thèse d'ingénieur INFSA, Mostaganem. 62p.
- BENKHELIFA M.,(1997)- Influence de la bentonite sur les caractéristiques physiques, hydriques et mécaniques d'un sol sableux du plateau de Mostaganem. Thèse de Magister. INA, Alger.114p.
- BENZAHI O.,(1994)- Contribution à l'étude de la dynamique des sels solubles dans un sol irrigué sous palmeraies. Thèse d'ingénieur INFSA, Ouargla.98p.
- CALLOT R. et *al*,(1983) - Mieux comprendre les interactions sol -racines. INRA. France. 325p.
- DAOUD Y. et *al*,(1994) - Irrigation et salinisation au sahara Algérien.Sécheresse N°3, vol.5. pp:151-160.
- DAOUD Y.,(1983) - Contribution à l'étude de la dynamique de l'eau et des sels dans un sol irrigué du périmètre du haut chelif ( Algérie). Thèse Doct Ing. ENSA Rennes.193p.
- EL SHERIF A. F.,(1987) - Projet de recherche sur l'amélioration des sols sableux, méthodes et aspects économiques, Rapport final. ARST, Caire, Egypte.182p.
- ENGELTHALER Z. A. et *al*,(1977) - L'exploitation industrielle complexe de la bentonite. ONUDI, Pilsen, Tchécoslovaquie.78 p.
- GROENLAND D.J.et *al*,(1994) - Résilience et mise en valeur des sols en régions arides. Programme des Nations Unis pour l'environnement. Cabine internationale.p.145-153.
- HALITIM A.,(1985) - Contribution à l'étude des sols des zones arides ( hautes plaines steppiques de l'Algérie). Thèse doct Université de Rennes. France. 384 p.
- HASELTINE M.,(1997) - Les sols des régions arides des Etats Unis et D'Israël, Consortium International des sols arides organisé par l'Office d'études des sols arides. 5 Décembre 1997.15p.
- LHOTSKY J.,(1979) - Application of bentonite to agriculture of desert countries. Preliminary évaluation. Editions ONUDI, Tchécoslovaquie.26p.
- OULD ABDI M. et *al*,(1997) - Lessivage des sels solubles dans un sol sableux amendé par la bentonite de Maghnia. Thèse d'ingénieur. INFSA Ouargla.107p.
- ROUVILLOIS-BRIGOL M., (1975) - Le pays de Ouargla (Sahara Algérien), variations et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Publication N°2 du D.G.U.P.S. Paris.France.389p.
- RUPELLAN A. et *al*, (1967) - Les phénomènes d'échange de cations et d'anions dans les sols. Initiations - documentations techniques de l'ORSTOM. Paris. France.123p.
- VINTEN. A. S.,(1986) - Effect of sustained saline irrigation on soil salinity and crop yields. Irrig. Sci.N°7(1).p:13-25.USA.

**Etude de l'impact de la crue sur la dynamique  
des sels solubles dans les sols  
de la vallée du M'Zab**

Mustapha DADDI BOUHOUN

Centre universitaire, Institut d'Hydraulique et d'Agronomie Saharienne BP 163, Ouargla

**RESUME**

Ce travail dans la vallée du M'Zab a porté principalement sur l'étude de l'évolution de la salinité des sols non cultivés dans trois stations expérimentales ( une à Béni-Isguen et deux à El-Atteuf ) entre Janvier 1991 et Janvier 1992. Ces stations sont différentes les unes des autres par leurs situations topographiques par rapport aux crues de l'Oued M'Zab et son affluent N'Tissa.

La salinité et le faciès chimique des sols non cultivés ont considérablement changé entre Janvier 1991 et Janvier 1992. Les précipitations à Béni-Isguen, la crue de l'Oued M'Zab en Juin 1991 et les pluies à El-Atteuf ont causé la réduction de la salinité et le changement du faciès chimique. D'après les résultats de ce premier travail au M'Zab, il apparaît que les crues et les pluies jouent un rôle important dans la dynamique des sels solubles.

**Mots clés**

Crue, sol, salinité

**SUMMARY**

**CONTRIBUTION TO STUDY OF FLOOD IMPACT IN THE EVOLUTION SALINITY OF THE SOIL IN THE MZAB VALLEY.**

This work in the Mzab valley carried principally on the study of the evolution salinity of the phreatic waters in three applied stations between (one in Beni-Isguen and tow in El-Atteuf) January 1991 and January 1992. These stations are different one from other by their topographic situations in relation with flood of the Oued Mzab and its tributary Ntissa.

The salinity and chemical facies of no cultivated soils have considerably changed between January 1991 and January 1992. The precipitation in Beni-Isguen, and the flood of Oued Mzab in June 1991 and the rains in El-Atteuf caused the reduction of salinity and the change of chemical facies. According to the results of this first research in Mzab, it appears that floods and rains take an important part in soluble salts dynamics.

**Key-words**

Flood, soil, salinity

**INTRODUCTION**

La zone du M'Zab est caractérisée par un climat saharien ( hyper-aride ). Les précipitations sont faibles. Les vents sont violents entre Mars et Juin. L'évapotranspiration potentielle annuelle est supérieure à 1782 mm ( DADDI BOUHOUN, 1997 ).

La dorsale du M'Zab appartient au SECONDAIRE, présent à la surface du calcaire dolomitique appartenant au Crétacé Turonien (BERTIN et al., 1952; KARPOFF, 1952). L'ensemble de la série Crétacée passe ensuite sous les formations alluvionnaires du

Miocène (Tertiaire) et du Quaternaire (BERTIN et al., 1952). Il n'y a pratiquement pas d'étude pédologique sur les sols alluviaux de la vallée, les plus favorables à l'agriculture.

La salinisation des sols est un phénomène extensif au Sahara. La crue est un bon moyen de lixiviation dans les sols alluviaux (DADDI BOUHOUN, 1997). C'est dans ce contexte que s'insère notre travail de recherche dans la vallée du M'Zab. Ce travail a porté sur l'étude de l'impact de la crue sur la dynamique des sels solubles dans les sols non cultivés de trois stations expérimentales, entre Janvier 1991 et Janvier 1992.

## **MATERIEL ET METHODES**

### **1. Choix des stations expérimentales**

Trois stations expérimentales ont été sélectionnées dans la vallée du M'Zab. Une en amont à la palmeraie de Béni-Isguen loin du niveau de passage de la crue de l'Oued N'Tissa, affluent du M'Zab. Les deux autres en aval à El-Atteuf au niveau du passage de l'Oued M'Zab. Les stations sont non cultivées pour éviter l'effet de l'irrigation. Le sol à Béni-Isguen est moins profond (60 cm) par rapport aux sols d'El-Atteuf (>120 cm), car le sous-sol est formé d'une couche de cailloux et de blocs. Le sol à Béni-Isguen est composé de deux horizons et de quatre horizons à El-Atteuf. La texture des sols est sableuse à sablo-limoneuse en surface et sableuse à limoneuse en profondeur. Le sol de Béni-Isguen et d'El-Atteuf(2) sont moins salés ( $0,15 \text{ dS/m} \leq \text{C.E.} \leq 0,74 \text{ dS/m}$ ) par rapport à El-Atteuf(1) où le premier horizon sablo-limoneux et le troisième horizon limoneux sont salés (1,28 et 1,83 dS/m).

### **2. Méthodologie**

#### **2. 1. Evolution de la salinité des sols**

Pour étudier l'évolution de la C.E. (extrait 1/5) et du faciès chimique dans les sols, nous avons réalisé à la fin de Janvier 1992 des profils au niveau des parcelles auprès des profils de fin Janvier 1991. Nous avons prélevé des échantillons dans les horizons pour les analyser.

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

### **1. Evolution de la salinité à Béni-Isguen**

#### **1. 1. Conductivité électrique**

En Janvier 1992 (Fig.1) l'analyse a révélé une diminution légère dans la salinité des deux horizons étudiés à cause des pluies tombées entre Février 1991 et Janvier 1992 (58,2 mm).

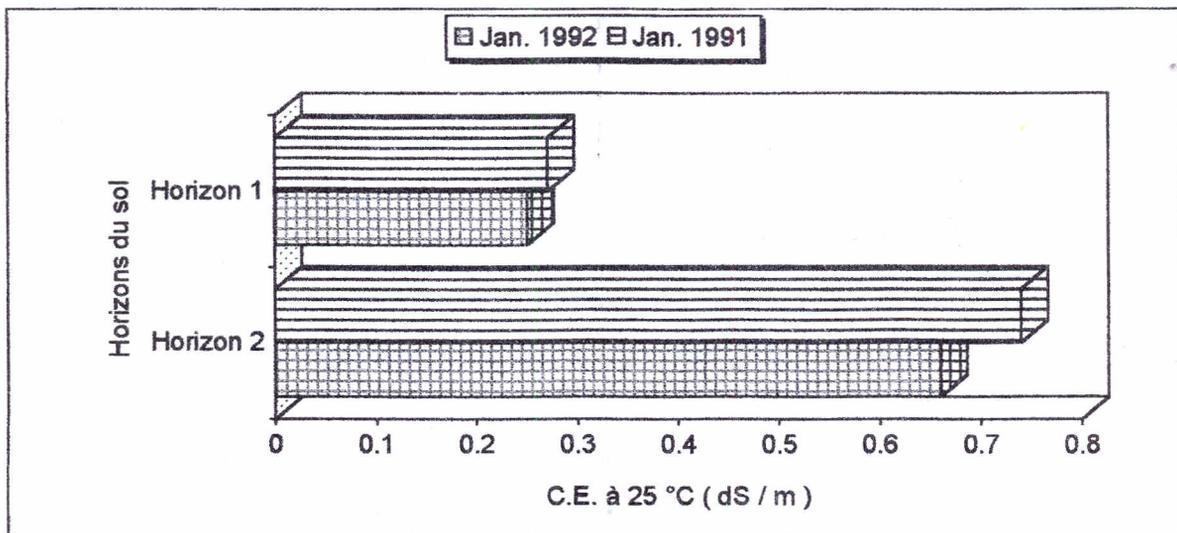


Figure 1. Evolution de la C.E. dans le sol de Béni-Isguen.

## 1. 2. Faciès chimique

Le faciès en Janvier 1991 était carbonaté calcique et magnésien, il ressemble au faciès des horizons calcaire en amont de la séquence du Zahrez (HALITIM, 1988). Le faciès est devenu en Janvier 1992 sulfaté magnésien et sodique, à cause d'une contamination par les sels qui se trouvent dans le sol irrigué. Ils ont été entraînés par les eaux de pluies vers le sol voisin non cultivé à cause de l'inclinaison du terrain.

## 2. Evolution de la salinité à El-Atteuf (1)

### 2. 1. Conductivité électrique

Le premier et le troisième horizon à El-Atteuf(1) étaient en Janvier 1991 salés (C.E.>1,2 dS/m). En Janvier 1992, ils sont devenus non salés avec une C.E.<0,22 dS/m. Ceci est dû à l'effet lessivant de la crue de l'Oued M'Zab en Juin 1991(Fig. 2).

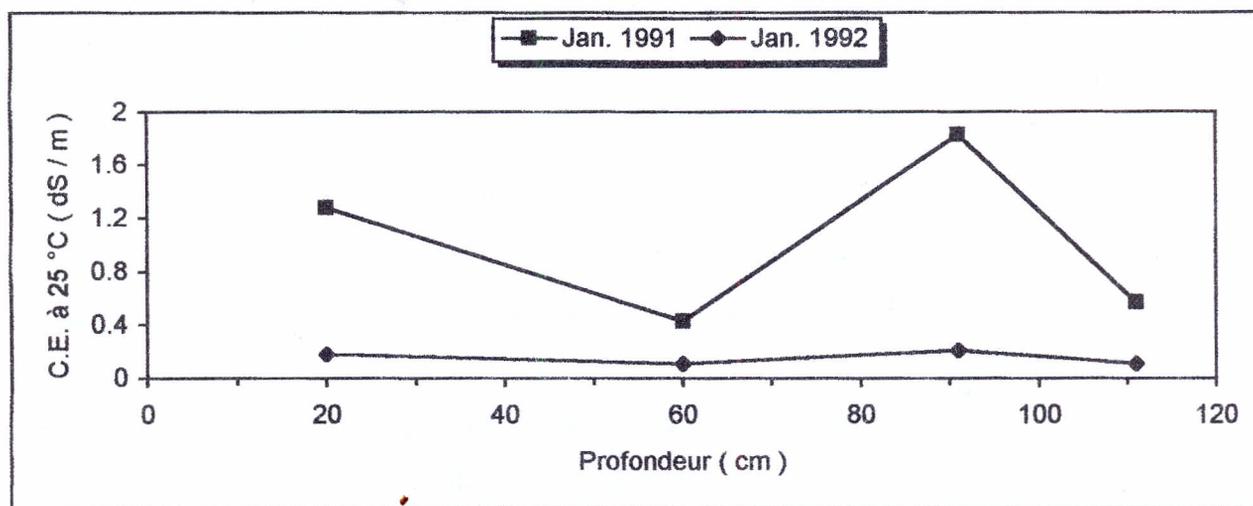


Figure 2. Evolution des profils salins dans le sol non cultivé d'El-Atteuf (1).

## 2. 2. Faciès chimique

En Janvier 1991, le faciès des horizons était de prédominance sulfatée calcique et magnésienne. A la fin de l'expérimentation, les faciès ont changé avec une forte proportion en magnésium à la place du calcium.

## 3. Evolution de la salinité à El-Atteuf (2)

### 3.1. Conductivité

Le sol d'El-Atteuf (2) était non saie (C.E.  $\leq 0,3$  dS/m) en Janvier 1991. Mais, la salinité a diminué encore plus en Janvier 1992, après la crue (Fig. 3).

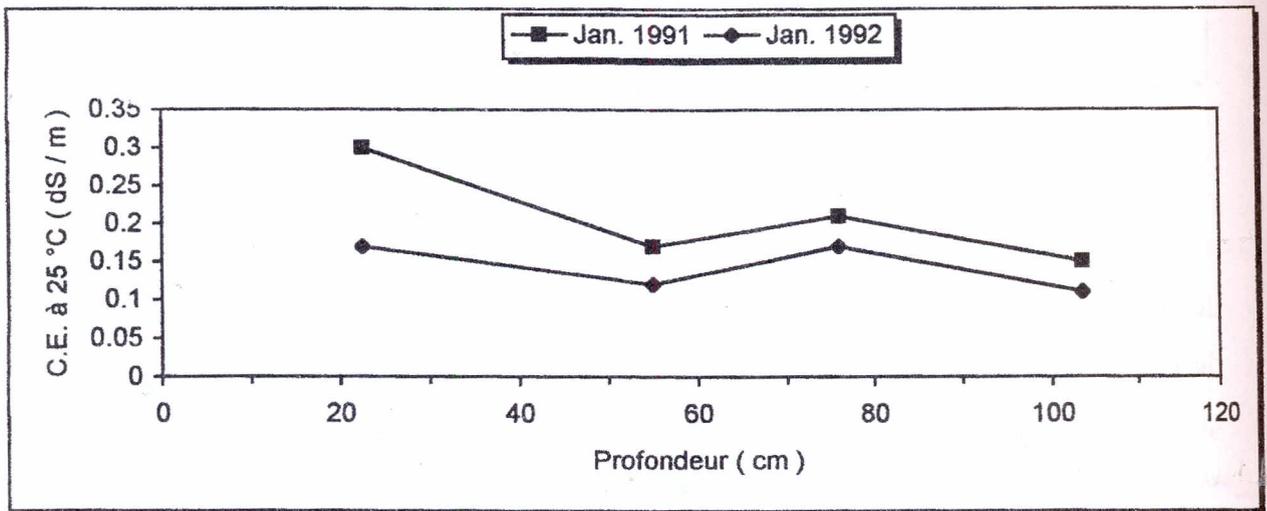


Figure 3. Evolution des profils salins dans le sol non cultivé d'El-Atteuf (2).

### 3.2. Faciès chimique

Le faciès chimique a changé entre le début et la fin de l'expérimentation. En Janvier 1991, il y avait une prédominance du faciès sulfaté calcique et carbonaté en H<sub>1</sub>, carbonaté en H<sub>2</sub> et H<sub>4</sub> et sulfaté en H<sub>3</sub>. En fin d'expérimentation le faciès est devenu sulfaté magnésienne pour les trois premiers horizons. Cependant, le calcium reste toujours prédominant dans le dernier horizon H<sub>4</sub>.

## CONCLUSION

Les résultats obtenus dans les stations expérimentales montrent qu'il y a une diminution de la conductivité électrique et un changement dans le faciès chimique du sol non cultivé entre Janvier 1991 et Janvier 1992. Les précipitations entre Février 1991 et Janvier 1992 ont provoqué la diminution de la salinité et un changement dans le faciès chimique à Béni-Isguen. Les sels qui se trouvent dans le sol irrigué auraient été entraînés par les eaux de pluies vers le sol voisin non cultivé (situé entre deux rangées de palmier) à cause de l'inclinaison du terrain.

La crue de l'Oued M'Zab en Juin 1991 et les pluies à El-Atteuf ont causé la réduction de la salinité et le changement du faciès chimique.

D'après les résultats de ce premier travail au M'Zab, il apparaît que les crues et les pluies jouent un rôle important dans la dynamique des sels solubles. Ce présent travail devra se poursuivre dans toute la région du M'Zab durant de nombreuses années afin de mieux cerner ce phénomène et permettre ainsi une agriculture durable dans cette région saharienne.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- DADDI BOUHOUN M., 1997 - Contribution à l'étude de l'évolution de la salinité des sols et des eaux d'une région Saharienne: Cas du M'Zab. Thèse de Magister, I.N.A., Alger, 180 p.
- BERTIN J., GAUTIER M., 1952 - Le forage de Zelfana, sondage de reconnaissance albienne au Sahara. XIX Congrès Géol. Intern. Session d'Alger, pp. 186-197.
- HALITIM A., 1988 - Sols des régions arides d'Algérie. Ed. O.P.U., Alger, 384 p.
- KARPOFF R., 1952 - Observation préliminaire sur l'hydrologie du Bas-Sahara. XIX Congrès Géol. Intern. Session d'Alger, pp. 201-231.
- U. S. Salinity Laboratory, 1954 - Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U. S. D. A., Handbook N° 60, Washington, 160 p.

## INFLUENCE DE LA SALINITE SUR LA FORMATION DE LA CROUTE DE BATTANCE DANS LE BAS CHELIFF ( RELIZANE )

DOUAOUI A.\*, GAOUAR A.\*\*, BENBOUALI E.\*\*\*

BP 151, Centre Universitaire Chlef 02000

Fax : 03 77 71 88

\* Maître assistant chargé de cours, C.U.Chlef, chercheur associé CRSTRA

\*\* Directeur Général, CRSTRA

\*\*\* Enseignant, C.U.Chlef

### *Résumé*

Sur une superficie de 4000 ha, 350 échantillons ont été aléatoirement prélevés à partir du périmètre de Hmadena dans le Bas-cheliff ( Relizane ).

Sur la terre fine tamisée, les analyses faites concernent la salinité, le calcaire total, la matière organique et le pH. Sur le terrain, les mesures ont concerné la croûte de battance et ont porté sur la dureté, l'épaisseur et le nombre de croûtes par  $0.16 \text{ m}^2$ . La dureté a été mesurée par un pénétromètre ST207 avec une pression maximale de  $6 \text{ Kg/Cm}^2$  conçu pour les mesures de la résistance à la pénétration, la consistance et le compactage des sols.

Lors des investigations menées sur le terrain, il a été possible de distinguer principalement trois types de croûte de battance à la surface du sol : la croûte structurale, la croûte sédimentaire et la croûte de salinisation.

La dureté moyenne de la croûte est de  $1.46 \text{ kg/cm}^2$  avec un minimum de  $0.2 \text{ kg/cm}^2$  et maximum de  $6 \text{ kg/cm}^2$ . La valeur élevée du coefficient de variation (70%) témoigne de la grande variabilité des différentes croûtes du point de vue dureté. L'épaisseur moyenne de la croûte est de  $1.27 \text{ cm}$  avec un minimum de  $0.3 \text{ cm}$  et un maximum de  $3 \text{ cm}$ . Le nombre de croûtes par unité de surface ( $0.16 \text{ m}^2$ ) est aussi variable avec une moyenne de 29, un minimum de 4 et un maximum de 50. La salinité moyenne avec  $1.83 \text{ ds/m}$  reste élevée, sa valeur minimale de  $0.22 \text{ ds/m}$  montre qu'il y a des sols qui ne sont pas salés alors que la valeur maximale de  $16.08 \text{ ds/m}$  montre qu'il y a des sols qui sont excessivement salés. Le taux de calcaire total reste en moyenne modérément élevé mais dépasse souvent la valeur de 25% pour devenir fortement calcaire. La matière organique moyenne reste faible avec un coefficient de variation de 50%. Le pH avec la valeur moyenne de 7.77 dépasse parfois le seuil de 8.5 pour devenir très alcalins.

Les valeurs les plus élevées des coefficients de corrélation reviennent aux paramètres liés à la croûte. C'est ainsi que plus l'épaisseur de la croûte est élevée plus celle ci devient dure. L'épaisseur et la dureté sont inversement proportionnelles au nombre de croûtes.

La salinité est proportionnelle à la dureté et à l'épaisseur ce qui veut probablement dire que la salinité contribue à la formation de la croûte de battance. Le calcaire total quant lui a un effet contraire à celui de la salinité. il contribue donc pour une part à l'amélioration de l'état structural en limitant la dispersion des agrégats semble t'il. La matière organique ne semble être liée à aucun de ces paramètres.

Mots clés : salinité, croûte de battance, calcaire, matière organique

## INTRODUCTION

La majeure partie des sols des plaines du Chélif, particulièrement à l'ouest, sont réputés pour être des sols salés. Cette salinisation qui se traduit souvent par une diminution de la stabilité structurale avec une dégradation de couche superficielle a des effets négatifs sur toute pratique agricole.

Encore plus grave, cette salinité ne cesse de gagner du terrain et augmenter en teneur dans les zones irriguées.

Une urgence est donc signalée, surtout lorsqu'on sait que d'autres périmètres irrigables non encore touchés par la salinisation risquent de le devenir.

Il semble bien, d'après des études que nous avons mené dans la région, que la dégradation superficielle n'est pas toujours liée à la salinité, d'autres caractéristiques, telle que la matière organique paraissent jouer un rôle déterminant dans la stabilité structurale.

Cette dégradation superficielle se traduit par la formation d'une croûte de battance imperméable, dure et épaisse de plusieurs millimètres qui a une influence directe sur les rendements des cultures. Elle forme un obstacle à la levée de la graine, elle réduit fortement l'infiltration et augmente l'évaporation, elle diminue les échanges sol-atmosphère.

Il s'agit donc, par ce travail, de mieux connaître l'influence de la salinité sur la formation de la croûte de battance en liaison avec les autres caractéristiques.

## MATERIEL ET METHODE

Sur une superficie de 4000 ha, 350 échantillons ont été aléatoirement prélevés à partir du périmètre de H'madena (Bas-cheliff).

Sur la terre fine tamisée, les analyses faites concernent la salinité, le calcaire total, la matière organique et le pH. Sur le terrain, les mesures ont concerné la croûte.

Les mesures de la croûte de battance sont faites pour l'ensemble des 90 échantillons. Ces mesures concernent la dureté, l'épaisseur et le nombre de croûtes de battance par  $0.16 \text{ m}^2$ . La dureté a été mesurée par un pénétromètre ST207 avec une pression maximale de  $6 \text{ Kg/Cm}^2$  conçu pour les mesures de la résistance à la pénétration, la consistance et le compactage des sols. Le mode de fonctionnement de ce pénétromètre consiste à faire pousser le piston dans la croûte desséchée en exerçant une pression constante et régulière jusqu'à la dislocation de la croûte. La force employée se transmet sur le compteur et l'indicateur s'arrêtera sur le maximum. En poussant le bouton incorporé, l'indicateur peut être retourné à la position initiale.

L'épaisseur de la croûte est mesurée par un pied à coulisse en prenant la moyenne de 05 croûtes par  $0.16 \text{ m}^2$  généralement lorsque le nombre de celle ci dépasse les 20 croûtes/ $0.16 \text{ m}^2$ .

Le nombre de croûtes est déterminé quant à lui par l'utilisation d'un carré en bois de 40 cm de coté. Lorsque ce nombre dépasse 50 croûtes/ $0.16 \text{ m}^2$  il devient en pratique difficile de faire le décompte sans risque de se tromper ce qui nous a ramené à s'arrêter à la limite de ce nombre et noter > 50 chaque fois qu'on dépasse ce chiffre.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

### Statistiques élémentaires

Le tableau 1 présente les paramètres de positions ( moyenne , minima, maxima) et les paramètres de dispersions (ecart-type et coefficient de variation ).

Tableau 1 : Paramètres statistiques de la croûte et les caractéristiques qui lui sont liées

	moy	min	max	ecart-type	CV
dureté kg/cm <sup>2</sup>	1.46	0.2	6	1.01	70%
epais croûte cm	1.27	0.30	3	0.53	42%
nbrs croûte/0.16m <sup>2</sup>	29	4	50	14.03	49%
CE ds/m	1.83	0.22	16.08	2.87	15.6%
CaCo3 %	21.59	7.17	34.34	5.86	27%
MO %	1.69	0.1	3.7	0.85	50%
pH	7.77	7	8.85	0.28	4%

La dureté moyenne de la croûte est de 1.46 kg/cm<sup>2</sup> avec un minimum de 0.2 kg/cm<sup>2</sup> et maximum de 6 kg/cm<sup>2</sup> . En réalité et comme il a été déjà dit la valeur de 6 kg/cm<sup>2</sup> correspond à la valeur maximale que peut mesurer le pénétromètre utilisé, ce qui veut dire qu'il y a des croûtes dont la dureté est supérieure à 6 kg/cm<sup>2</sup> . La valeur élevée du coefficient de variation (70%) témoigne de la grande variabilité des différentes croûtes du point de vue dureté . l'épaisseur moyenne de la croûte et de 1.27cm avec un minimum de 0.3 cm et un maximum de 3cm.

Le nombres de croûtes par unité de surface (0.16m<sup>2</sup>) est aussi variable . la moyenne du nombre de croûtes par unité de surface est de 29. Le nombre le plus faible est de 4 et le nombre le plus élevé est de 50. Ce dernier nombre peut aussi dans certains cas dépasser cette valeur qui est la valeur limite maximale prise en compte . Le coefficient de variation est assez élevé. La salinité moyenne avec 1.83 ds/m reste élevée, sa valeur minimale de 0.22ds/m montre qu'il y a des sols qui ne sont pas salés alors que la valeur maximale de 16.08 ds/m montre qu'il y a des sols qui sont très excessivement salés. Le coefficient de variation reste tout de même faible . Le taux de calcaire total reste en moyenne modérément élevé même avec s valeur minimale, mais dépasse souvent la valeur de 25% pour devenir fortement calcaire. La matière organique reste faible mais dépasse parfois les 3%, sa variabilité est assez élevée avec un coefficient de variation de 50%.

Le pH avec la valeur moyenne de 7.77 se place dans la classe des sols basiques ( ou alcalins ). Certaines valeurs qui dépassent le seuil de 8.5 rendent ces sols très alcalins.

## Les Corrélations

Les corrélations entre les paramètres de mesure de la croûte et entre ces derniers et d'autres caractéristiques du sol montrent un nombre élevé de coefficients de corrélation significatifs. Seules les corrélations significatives ont été représentées ( tab.2 ).

la corrélation la plus élevée est enregistrée positivement entre la dureté et l'épaisseur de la croûte (0.84). En deuxième position viennent l'épaisseur et le nombre de croûtes avec - 0.77. La troisième position revient négativement à la dureté et au nombre de croûtes.

Il est donc à remarquer que les valeurs les plus élevées des coefficients de corrélation reviennent aux paramètres qui sont liés à la croûte. C'est ainsi que plus l'épaisseur de la croûte est élevée plus la croûte devient dure. L'épaisseur et la dureté sont inversement proportionnelles au nombre de croûtes, c'est à dire que plus le nombre est important moins la dureté et l'épaisseur de croûte sont élevées.

On peut voir aussi sur ce tableau 2 que la salinité est proportionnelle à la dureté et à l'épaisseur ce qui veut probablement dire que la salinité contribue à la formation de la croûte de battance. Le calcaire total quant lui a un effet contraire à celui de la salinité dans la mesure ou il est inversement proportionnel à la dureté et à l'épaisseur de la croûte et positivement corrélié au nombre de croûtes, il contribue donc pour une part à l'amélioration de l'état structural en limitant la dispersion des agrégats semble t'il. La matière organique ne semble être liée à aucun de ces paramètres.

Tableau 2 : Les corrélations entre les paramètres de mesures de la croûte

	épaisseur	nombre de croûtes	CE	CaCO <sub>3</sub>
Dureté	0.84	-0.65	0.62	-0.4
épaisseur		-0.77	0.55	-0.38
nombre de croûtes				0.45

La figure 1 représente les diagrammes de dispersions entre la dureté de la croûte et les paramètres qui lui sont les plus corrélés

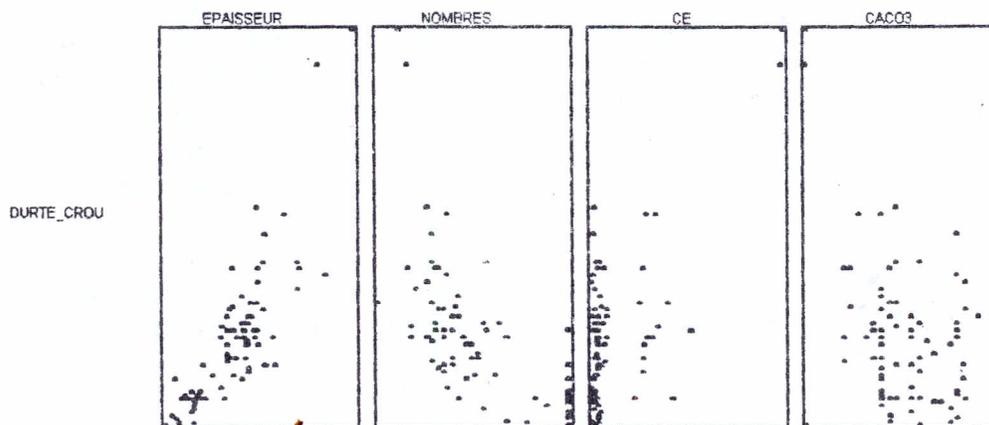


Figure 1 : les diagrammes de dispersions entre la dureté de la croûte et les paramètres qui lui sont les plus corrélés.

## Morphologie des croûte de battance

Lors des investigations menées sur le terrain, il a été possible de distinguer principalement trois types de croûte de battance à la surface du sol.

- La croûte structurale, ce type de croûte résulte d'une réorganisation in-situ des fragments et particules produites par éclatement et désagrégation mécanique, sans déplacement important des particules ( *LE BISSONNAIS et LE SOUDER* , 1995 ). Ces croûtes ont généralement une faible épaisseur et une faible dureté. Les agrégats ne sont généralement pas totalement détruits et forment des ondulations plus ou moins arrondies à la surface de la croûte.

- La croûte sédimentaire (ou de dépôt) : dans ce cas, la formation de ces croûtes résulte d'un déplacement et d'une ségrégation des particules en présence d'un excès d'eau ( *LE BISSONNAIS et LE SOUDER* , 1995 ).

Ces croûtes sont en réalité formées par la superposition de plusieurs couches de quelques mm d'épaisseur chacune. Les éléments les plus grossiers se retrouvent dans la partie inférieure de la croûte où se trouvent des agrégats qui lui sont intimement liés mais ne faisant pas partie de la croûte. On les rencontre dans les terrains non travaillés où la végétation est naturelle.

- La croûte de salinisation : la cause principale de dégradation dans ce cas est liée à la forte salinité qui dépasse les 16 ds/m à l'extrait dilué au 1/5. C'est une pellicule très mince et fragile avec une très faible dureté recouvrant ce qu'on appelle les pseudo-sables qui sont en réalité des argiles. Les agrégats sont totalement dispersés et aucune végétation ne pousse sur ces types de sol qui sont complètement nus. C'est justement au niveau de ces sols que les valeurs de la salinité sont les plus extrêmes et dépassent très souvent les 15 ds/m par la méthode de l'extrait dilué au 1/5.

Ces différents résultats sont pour la plus part en accord avec beaucoup de travaux effectués de par le monde ; à titre d'exemple et de façon non exhaustive, nous citons quelques auteurs qui ont travaillé sur des sujets équivalents ( *LEBISSONNAIS Y. & ARY BRUAND & MARCEL JAMAGNE*, 1989 ; *LE BISSONNAIS Y. et LE SOUDER CH.*, 1995 ; *ABU-AWWAD A. M.*, 1997 ; *ABU-AWWAD A. M & AKASHEH O. Z*, 1997 ; *LEBISSONNAIS Y. & BENKHADRA H. & CHAPLOT V. & FOX D. & KING D. & DAROUSSIN J.*, 1997 ).

## CONCLUSION

La mesure des paramètres de la croûte de battance ( dureté, épaisseur, nombre de croûte par unité de surface ) a donné des résultats très variables au vu de la superficie importante de la région d'étude. La dureté dépasse parfois les 6 kg / cm<sup>2</sup> dans les zones non travaillées, son CV est égal à 70 %. L'épaisseur atteint la valeur de 3 cm. Le nombre de croûtes / 0.16m<sup>2</sup>.

La dureté est bien corrélée positivement avec l'épaisseur ( 0.84 ). L'épaisseur de la croûte et son nombre évoluent de façon opposée (- 0.77 ). La dureté et l'épaisseur augmentent

avec la salinité. Le calcaire semble avoir un effet négatif sur la formation de la croûte ce qui pourrait être un rôle bénéfique à la structure du sol.

L'étude de la morphologie de la croûte a montré qu'il existe trois types de croûtes : La croûte structurale, la croûte sédimentaire et la croûte de salinisation. La croûte structurale se localise dans les sols cultivés, la croûte sédimentaire se trouve le plus souvent dans les zones à végétation naturelle et la croûte de salinisation occupe les terrains dénudés.

## BIBLIOGRAPHIE

- ABU-AWWAD A. M. (1997) : Water infiltration and redistribution within soils affected by crust, Journal of arid environments, n°37 : 231-242.*
- ABU-AWWAD A. M & AKASHEH O. Z (1997) : Irrigation and soil surface management in arid soils with surface crust. Journal of arid environments, n°37 : 243-250*
- LEBISSONNAIS Y. & ARY BRUAND & MARCEL JAMAGNE(1989) : Etude expérimentale sous pluie simulée de la formation des croûtes superficielles : apport à la notion d'érodibilité des sols, OROSTOM, série Pédologie, vol.25 n°1-2.*
- LE BISSONNAIS Y. et LE SOUDER CH. (1995) Mesure de la stabilité structurale des sols pour évalué leur sensibilité à la battance et à l'érosion 56-70pp.*
- LEBISSONNAIS Y. & BENKHADRA H. & CHAPLOT V. & FOX D. & KING D. & DAROUSSIN J. (1997) : Crusting, runoff and sheet erosion on silty loamy soils at various scales and upscaling from m<sup>2</sup> to small catchements, Soil Tillage Research.*

## Effet du phosphogypse sur les propriétés physiques des sols salés. (Cas des sols de la plaine d'El-Hamadena)

Amar HUSSINE

Maitre assistant

BP 151, Centre universitaire de Chlef, Institut d'agronomie (02000)

### RESUME

L'objectif de ce travail est de déterminer l'influence du phosphogypse sur quelques propriétés physiques des sols salsodiques, en particulier la dispersion et conductivité hydraulique. L'étude s'est effectuée sur un échantillon de sol prélevé de la station expérimentale de l'INRAA d'El-Hamadena (Relizane).

Nous avons déterminé le comportement à la dispersion des argiles, qui est un des mécanismes de l'instabilité structurale, en estimant la turbidité par spectrophotométrie. Pour cela diverses solutions de sols ont été préparées avec des solutions salines de concentrations distinctes de NaCl, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> et de phosphogypse. Cette étude a été complétée par la détermination de l'effet des doses croissantes de phosphogypse sur la conductivité hydraulique.

Les résultats obtenus nous ont permis de conclure que ce produit pouvait contribuer à l'amélioration des propriétés physiques des sols salsodiques. Néanmoins il présente un inconvénient de solubilité.

### المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو تأثيرات مادة الفوسفوجيبس على الخصائص الفيزيائية للتربة المالحة و السودية، درسنا على الأخص تشتت التربة و النفاذية. أجريت هذه الدراسة على عينة من التربة المأخوذة من محطة دراسة الأراضي المالحة الكانة بالحمادنه ولاية غليزان.

درسنا تشتت الطين عن طريق قياس الكثافة الضوئية و هذا في ثلاث حالات؛ امتزاج التربة بي محاليل دو تراكيز متباينة؛ NaCl, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> و الفوسفوجيبس. درسنا كذلك تأثير هذه المادة على النفاذية و الملوحة.

النتائج المتحصل عاها مكائنا من الاستنتاج أن هذه المادة يمكن استعمالها لأستصلاح الأراضي السودية لأنه يأنر عايجابا على تحسين هذه الخصائص الفيزيائية للتربة.

## 1-Introduction

On définit les sols salins par leur richesse en sels solubles, leur conductivité électrique de l'extrait saturé (CE) est supérieure ou égale à 4 mmhos/cm. Les sols sodiques sont caractérisés par une élévation du sodium échangeable, l'ESP est supérieure ou égale à 15% de la capacité d'échange. Un sol est salsodique s'il présente les deux caractéristiques.

La salinité sodique, en générale, influe sur la nutrition végétale et affecte les propriétés physiques du sol, en particulier la stabilité structurale et la perméabilité. Lorsque le complexe d'échange devient suffisamment riche en sodium, le sol acquiert une capacité au gonflement plus importante. La structure devient très instable: Les argiles se dispersent sous l'effet d'un apport d'eau peu concentrée (Cherbuy, 1991).

Divers auteurs, dont Shainberg *et al.* (1981), Youssaf *et al.* (1987a), Arragues et Amezketa (1991), ont montré qu'il existe une corrélation entre l'augmentation de la dispersion et la diminution de la perméabilité quand la conductivité électrique de l'électrolyte excède une certaine valeur. Cette dispersion dépend aussi du taux de sodium échangeable et des caractéristiques physiques et chimiques du sol.

Les sols de la plaine d'El-Hamadena font partie de cette catégorie de sols, ils présentent de mauvaises caractéristiques physiques: humides, ils se gonflent et se durcissent et se fendent en mottes; leur travail est difficile. *au dessèchement ils*

Pour améliorer ces sols, des amendements minéraux contenant du calcium sont nécessaires. Plusieurs auteurs ont démontré le rôle favorable du calcium sur la structure, en particulier sur la floculation et ont proposé divers produits contenant cet élément, tel que la chaux, le chlorure de calcium et le gypse. Le phosphogypse, par sa richesse en sulfate de calcium (76 à 79%), pourrait avoir un effet bénéfique.

Amezketa et Arragues (1992), en étudiant l'effet de la concentration et de composition de trois électrolytes (NaCl, MgCl<sub>2</sub> et CaCl<sub>2</sub>) sur la dispersion, ont montré que celle-ci est moins importante avec CaCl<sub>2</sub> et MgCl<sub>2</sub> qu'avec NaCl. La dispersion a été estimée par ces auteurs en mesurant la turbidité.

En conséquence, l'objectif de ce travail est d'analyser le comportement à la dispersion de argiles d'un sol salsodique de la plaine d'El-hamadena (Relizane) en lui appliquant des solutions de concentrations distinctes de NaCl, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> et de phosphogypse. Nous avons estimé la turbidité par la mesure de la densité optique au moyen du spectrophotomètre. Nous avons déterminé aussi l'influence des doses croissantes de phosphogypse sur la conductivité hydraulique ainsi que l'évolution de la conductivité électrique aux cours des lessivages.

## 11- Matériel et méthodes

L'étude s'est portée sur un échantillon de sol salsodique prélevé sous l'horizon Ap de la parcelle R de la station d'étude des sols salés d'El -Hamadena.

Les principales caractéristiques physiques et chimiques données sur les tableaux 1 et 2

Tableau 1: Caractéristiques physiques

prof.cm	Granulométrie en %					IS
	Ag	Lf	Lg	Sf	Sg	
0- 20	30.40	30.80	19.24	10.80	9.16	3.44
20- 40	37.50	32.60	8.80	12.44	7.70	2.56

Tableau 2: Caractéristiques chimiques

prof. cm	complexe absorbant (meq/100g)						pHe <sub>2/5</sub>	CE p.s	MO%	cal.tot
	Na+	K+	Ca++	Mg++	CEC	ESP%				
0- 20	5.61	1.68	4.66	3.92	22	25.5	8.48	10.28	1.97	18.8
20- 40	8.45	0.76	4.48	4.6	24	22.4	8.37	13.28	1.31	17.8

L'échantillon prélevé est tamisé à 0.5mm puis soumis à la dispersion dans des solutions de concentrations distinctes de NaCl, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> et du phosphogypse (Tableau 3). La méthode utilisée consiste à préparer dans des tubes à essais des suspensions de 0.1g de sol dans 30ml de solution. Les suspensions sont agitées pendant une heure puis laissées se reposer pendant 24 heures. Une prise d'essais de 2ml, à l'aide de la pipette, servira à la mesure de la densité optique, au moyen du spectrophotomètre à une longueur d'onde de 555nm (Amezketta et Arragues, 1992).

Tableau 3: C.E. en mmho/cm des solutions

NaCl	0.40	0.70	1.23	1.76	2.36	2.91	3.51	4.39	5.08	5.97	6.67	7.38
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0.03	0.68	1.51	2.82	3.80	4.22	5.07	5.98	6.75	8.30	8.96	
Phosph.	0.21	0.36	0.61	0.77	0.95	1.04	1.22	1.30	1.57	1.58	1.73	1.74

Concernant la conductivité hydraulique, nous avons utilisé la méthodes de Henin et Monnier (1956) décrite par Henin (1976). A partir du même prélèvement, tamisé à 2mm, nous avons préparé différents traitements en appliquant des doses croissantes de phosphogypse: 0, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16 et 18 g / Kg de sol. Une prise d'essai de 50g de chaque traitement est mise dans un perméamètre à charge constante, constitué d'un tube de percolation en P.V.C de

diamètre 32mm. Après humectation jusqu'à saturation, les tubes sont placés sous une charge hydraulique constante. Nous avons mesuré tous les quart d' heures le volume d'eau percolé et la conductivité électrique. La conductivité hydraulique (K) a été calculée, quand la vitesse de percolation devient constante, à partir de la relation:

$$K = Q \cdot h / H \cdot S \quad [\text{cm/h}]$$

Q: Volume d'eau en ml percolé pendant 1 heure

h: Hauteur en cm de la colonne de terre

H: Hauteur en cm de la charge d'eau

S: Section intérieure du tube en  $\text{cm}^2$

## 111 Résultats et discussion:

### 1- Dispersion:

A partir des différents résultats obtenus, nous avons tracé les courbes qui mentionnent l'évolution de la densité optique en fonction de la conductivité électrique des 3 électrolytes.

La figure 1 montre que pour dans les 3 cas, la dispersion diminue linéairement en fonction de la CE jusqu'à une valeur minimale à partir de laquelle elle se stabilise. Ceci montre que plus la concentration de l'électrolyte augmente, plus la dispersion diminue. Pour interpréter ce phénomène, la théorie de double couche diffuse est la plus généralement admise. L'épaisseur de la double couche diffuse est inversement proportionnelle à la concentration de la solution (Cherbuy, 1991). Donc quand la concentration augmente, cette épaisseur diminue, la floculation est alors favorisée.

Nous avons défini la densité maximale (Dm), la valeur de floculation (Vf) et l'indice de stabilisation (IE) qui sont des paramètres appropriés pour analyser le comportement à la dispersion sous l'effet des solutions (Arragues et Amezketa, 1991). Nous observons que le Vf est égale à 0.34 mmho/cm avec le phosphogypse, 1 mmoh/cm avec le NaCl et 3.85 mmho/cm avec le  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . L'indice de stabilisation (IE) est 1,215 avec le phosphogypse, 0,405 avec le NaCl et 0,115 avec le  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Tableau 4). En comparant ces résultats, nous déduisons que l'effet du hosphogypse est plus bénéfique sur la floculation des argiles que NaCl et  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Car quand le sodium est dominant la structure n'est conservée que lorsque la solution est concentrée, mais en présence d'une solution diluée il y a dispersion.

Tableau 4: Paramètres caractéristiques (Dm, Vf et IE )

	Dm	Vf	IE
NaCl	0.52	1	0.405
$\text{Na}_2\text{CO}_3$	0.52	4,85	0.105
Phosphogypse	0.52	0.34	1.215

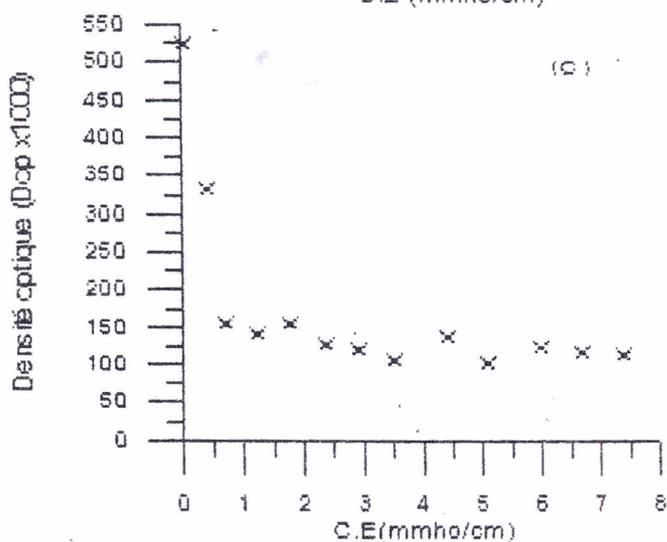
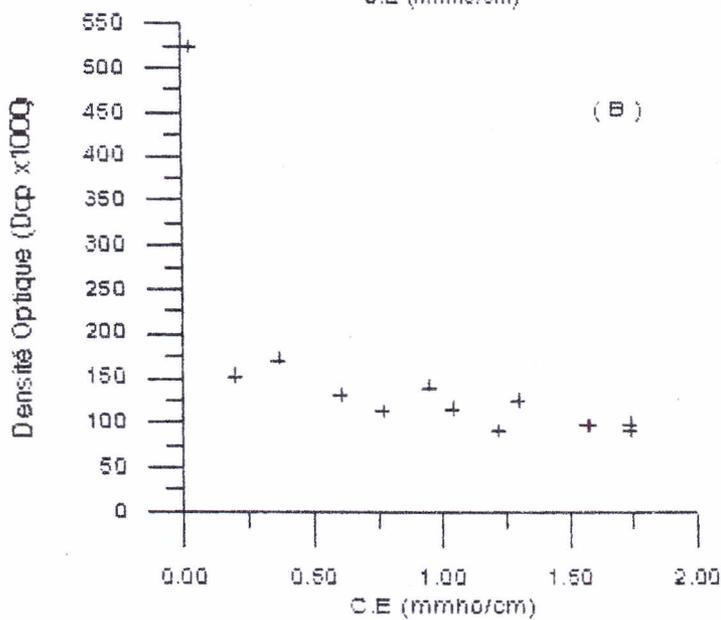
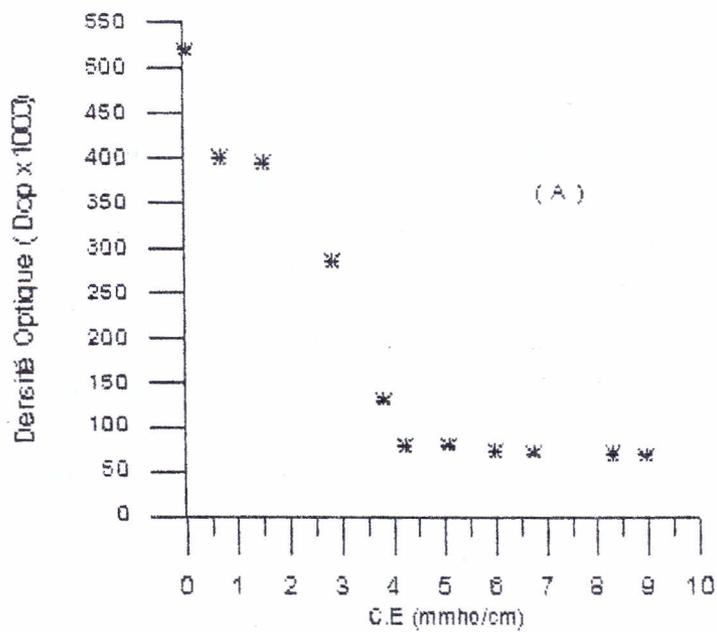


Fig. 1 : Relation entre la turbidité et la conductivité électrique:  
 (a): Carbonate de sodium, (b): Phosphogypse, (c): NaCl)

## 2- Perméabilité:

A partir des différents résultats obtenus nous avons tracé, pour chaque dose de phosphogypse, l'évolution du volume d'eau percolé en fonction du temps (fig.2) et l'évolution de la conductivité électrique en fonction du volume d'eau percolé (Fig.3 et 4) et enfin l'effet des doses du phosphogypse sur la conductivité hydraulique (fig.5).

Nous remarquons que le volume d'eau percolé croît de manière constante avec le temps, sauf dans le cas du témoin. Ce volume ainsi que la conductivité hydraulique croient avec l'apport de phosphogypse jusqu'à la dose de 12g/Kg puis il y a chute pour les doses 14 et 16 g/Kg. Nous constatons aussi une diminution de la conductivité électrique en fonction du volume d'eau percolé. Cette diminution est plus importante avec la dose 12 g/kg avec laquelle la CE atteint une valeur minimale de 0.11 mmho/cm.

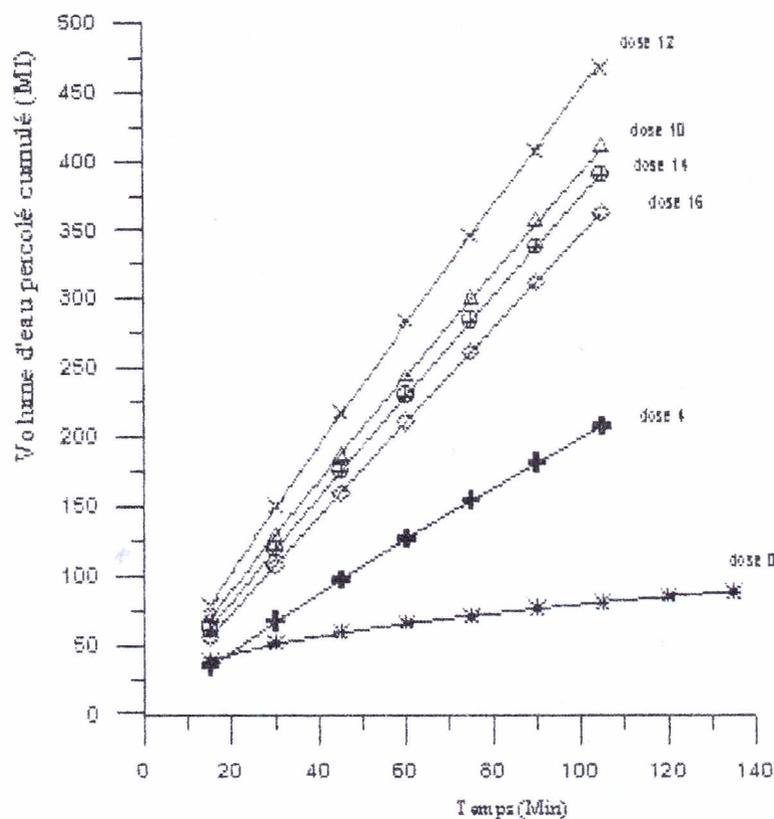


Figure 2. Evolution du volume d'eau percolé avec le temps

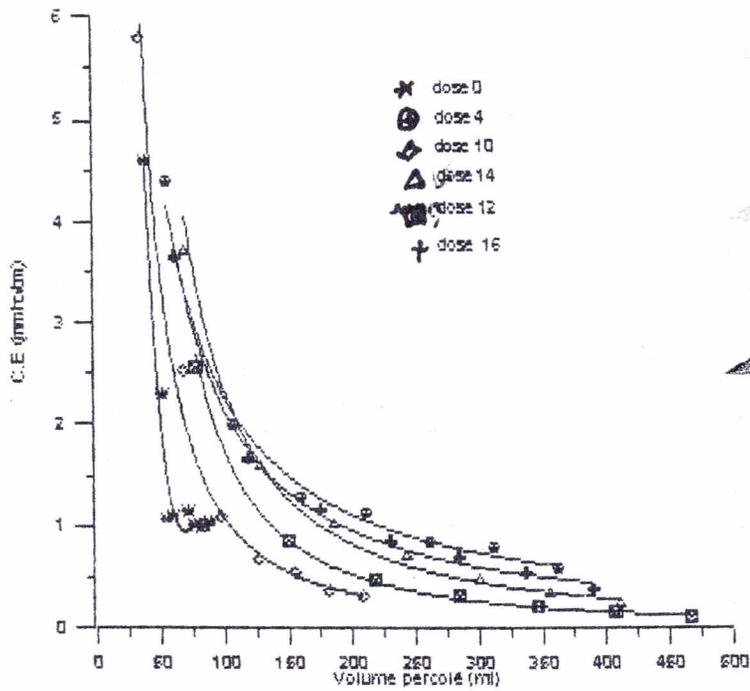


Fig.3: Evolution de la conductivité électrique en fonction du volume d'eau percolé.

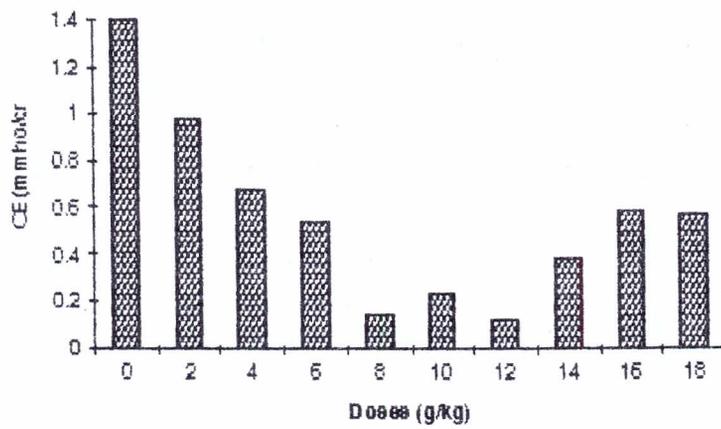


Fig 4 Evolution de la conductivité électrique en fonction des doses de phosphogypse.

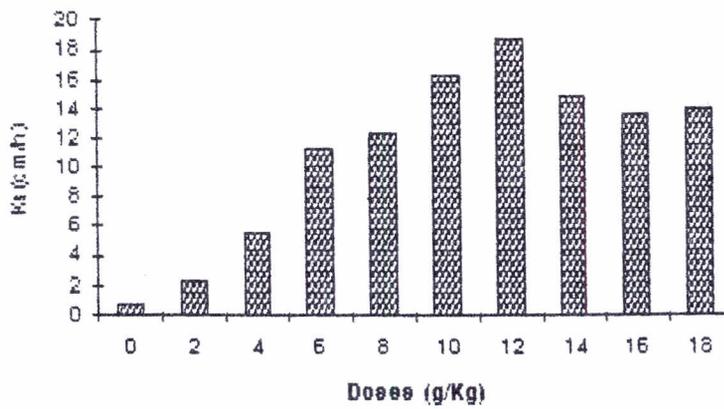


Fig 5 : Evolution de la conductivité hydraulique en fonction des doses

D'après ces constatations, nous pouvons dire que la dose de 12g de phosphogypse par Kg de terre est la idéale pour obtenir de faibles concentrations en sels à la fin des lessivages et une meilleure perméabilité. Au delà de cette dose nous constatons le phénomène inverse. Ceci est dû probablement au fait que ce produit est soluble dans l'eau.

↓  
peu

#### CONCLUSION:

Aux termes de cette étude, nous pouvons conclure que le phosphogypse peut être utilisé comme amendement minéral susceptible d'améliorer la stabilité structurale et la perméabilité de ces sols. Neanmoins il faut se poser des questions sur ses éventuels effets néfastes.

#### Références bibliographiques:

- Amezketa E., Aragues R., 1992. Efecto de concentracion y composicion del electrolyto sobre la dispersion de sulelo salino- sodicos. Unidad de suelos y riegos. S. I. A - D. G. A. Zaragoza.
- Aragues R., Amezketa E., 1991. Dispersion de arcilas y conductividad hidraulica de cinco horizontes de un suelo salino- sodico. Investigacion Agraria Vol. 6(2) N°2
- Cherbuy B., 1991. Les sols salés et leur réhabilitation. C.E.M.A.G.R.E.F. Antony
- Henin S., 1976. Cours de physique du sol. Ed. O.R.S.T.R.O.M. Paris
- Shainberg I, et al., 1981. Effect of mineral weathering on clay dispersion and hydraulic conductivite of sodic soils. Soil sci. Soc. Am. J. 45: 287- 291
- Youssaf et al., 1987a. Clay dispersion and hydraulic conductivite of some-affected arid land soils. Soil Sci. Soc. Am. J. 51: 905- 907.

## Fertilisation phosphatée des sols salés.

N. Abdenbi ; A. Halitim, Département de pédologie , Université de Batna, Algérie

### Résumé :

En Algérie, l'extension des sols salés résulte de l'omniprésence des facteurs de salinisation : aridité du climat, eau d'irrigation salée, drainage déficient et remontée de la nappe salée. Cette salinisation confère aux sols des propriétés physico – chimiques et biologiques défavorables à la croissance végétale en provoquant des déséquilibres nutritionnels par l'élévation de la pression osmotique de la solution du sol.

Comme ces sols sont carencés en phosphore assimilable, la fertilisation phosphatée revêt une très grande importance, leur fertilisation nécessite de grandes quantités d'engrais phosphatés.

Des essais menés dans divers es régions ( Relizane, El-oued , Biskra et Tebessa ) montrent que l'apport des phosphates naturels (PN) ( DO 20%) ont donné des résultats remarquables .

Cependant, les processus mis en jeu et les mécanismes impliqués dans la libération du phosphore dans tel milieu restent mal connus. Donc, une étude au laboratoire qui relève de la pédologie expérimentale permet de d'évaluer séparément l'effet des facteurs écopédologiques sur la dissolution des PN et par conséquent leur disponibilité pour les plantes, plusieurs techniques ont été élaborées afin d'étudier la dissolution des PN comme l'agitation des échantillons dans des solutions salines et la percolation. Toute fois, la technique de diffusion semble être plus efficace bien qu'elle soit moins utilisée (Robinson et al., 1990)

Compte tenu de ces considérations, l'objet de notre présent travail est de définir le comportement et la dynamique des PN dans un milieu salés en se servant de la technique de diffusion ( dialyse) , donc , il s'agit de :

- 1 – Quantifier l'effet de la concentration électrolytique en considérant chaque sel séparément.
- 2 – Quantifier l'effet de la sodicité en utilisant deux types de binôme de sels.

### Abstract :

In Algeria, the extension of the salted soils results from the omnipresence of the factors of salinisation : aridity of the climate, water of salted irrigation, defective drainage and increase of the salted watertable. This salinisation confers to soils some physico-chemical

and biological properties unfavourable on the vegetable growth by causing nutritional imbalances by the elevation of the osmotic pressure of the solution of the soil.

As these soils are deprived of assimilable phosphorus, the phosphatic fertilization revet a very great importance, their fertilization requires great quantities of phosphate enriched fertilizers. Tests carried out in various areas (Relizane, El-Oued, Biskra and Tebessa) show that the contribution of rock phosphates (PR) (DO 20%) gave remarkable results. However, the concerned processes and the mechanisms implied in the release of phosphorus in such medium remain badly known. Thus, a study at the laboratory which concerns pedology experimental allows to evaluate separately the effect of ecopedological factors on the dissolution of the PR and consequently their availability for the plants, several techniques were elaborate in order to study the dissolution of the PR like the agitation of the samples in salin solutions and the percolation. Any time, the technique of diffusion seems to be more effective although it is less used (Robinson and al., 1990).

Taking into account these considerations, the object of our present work is to define the behavior and the dynamics of the PR in a salted medium using the diffusion technique (dialysis), therefore, it is to :

- 1/To quantify separately the effect of the electrolytic concentration by considering each salt.
- 2 - To quantify the effect of the sodicity by using two types of salt binomial.

## Introduction

La dissolution des phosphates naturels a fait l'objet de nombreuses études dans divers types de sols surtout en sols acides en raison de leur extension dans le monde, de leur carence en P et de l'efficacité des phosphates naturels dans ces sols (Chien et al 1992 ; Mishra et al, 1985). En effet, plusieurs études ont été menées sur l'influence des facteurs physico-chimiques du sol sur leur solubilisation à savoir le pH, l'humidité, la température, les argiles, les hydroxydes de fer et d'aluminium, le calcaire et la matière organique (Robinson et al., 1990 ; Chenfang et al., 1983 ; Borggard et al., 1986 ; Michael et al., 1984 ; Mackay et al., 1986 ; Amberger, 1992 ). Cette étude tente de mettre en relief l'effet d'un facteur qui est omniprésent dans les zones sahariennes à savoir la concentration saline et la sodicité sur la dissolution des phosphates naturels. En effet, l'action des électrolytes est coordonnée à leur action comme l'ont montré les travaux de Ryden et al. (1975), l'activité de calcium dans la solution réduit considérablement la dissolution des phosphates naturels surtout quand il est apporté sous forme de chlorures.

Dans le même sens, les travaux de Lehr et al. (1952) et Curtin et al. (1992) ont montré qu'après traitement du sol avec du  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , la libération du phosphore est très limitée, d'où son adsorption tend à accroître quand la force ionique de la solution en contact avec le sol augmente. Contrairement, l'adsorption tend à diminuer quand la sodicité augmente ( Starostka et al., 1955 ; ELMahi et al., 1980 ) en traitant préalablement l'échantillon avec une solution de NaCl.

En Algérie, et vu l'aridité du climat, les sols salsodiques sont très répandus et comme ils sont carencés en phosphore Assimilable, leur fertilisation nécessite de grandes quantités d'engrais phosphatés, des essais menés dans diverses régions ( Relizane, El Oued, Biskra et Tebessa ) montrent que l'apport de P.N ( D.O 20%) ont donné des résultats remarquables. Cependant les processus mis en jeu et les mécanismes impliqués dans la libération du phosphore dans tel milieu restent mal connus. Donc, une étude au laboratoire qui relève de la pédologie expérimentale permet d'évaluer séparément l'effet des facteurs écopédologiques sur la dissolution des P.N. et par conséquent leur disponibilité pour les plantes, plusieurs techniques ont été élaborées afin d'étudier la dissolution des P.N comme l'agitation des échantillons dans des solutions salines et la percolation. Toute fois, la technique de diffusion (dialyse) semble être plus efficace bien qu'elle soit moins utilisée (Robinson et al., 1990). Compte tenu de ces considérations, l'objet de notre présent travail est d'étudier la solubilité des PN par la technique de dialyse en présence de différents sels

## Matériels et méthode :

### Matériels:

- Le phosphate naturel utilisé, provient de la mine de djebel-onk (situé dans la région Est de l'Algérie), c'est un produit marchand finement broyé dont 70% passe au tamis 40  $\mu\text{m}$ , il est destiné à l'exploitation. Les éléments totaux contenus dans ce produit sont déterminés par l'attaque triacide ( $\text{HNO}_3 \setminus \text{HCl} \setminus \text{HClO}_4$ ). Sa composition chimique est indiquée dans le tableau n°1

Les membranes celluloseuses à dialyse sont du modèle Nojax n°40 de 20 mm de diamètre et le rayon du pore est de  $24\text{\AA}$ , lors de diffusion, les ions  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  peuvent passer à la solution. Avant leur utilisation et afin d'éviter leur cassure, les sacs à dialyses sont bouillis quelques minutes dans l'eau distillée.

### Méthode:

une fois bouillis et séchés, on introduit dans chaque sachet un g de P.N (contient 210.6 mg.  $\text{g}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  et 492.9 mg.  $\text{g}^{-1}$  de  $\text{CaO}$ ) de taille choisie ( $40\mu\text{ m} < \phi < 150\mu\text{ m}$ ) bien mélangé avec 5 ml d'eau distillée puis, ils sont suspendus et immergés dans des bêchers en Pyrex de 150 ml contenant 100 ml de solution à composition et concentration connues.

Les solutions salines sont préparées en se basant sur la CE [ $\text{KCE} = \sum \text{cations (még / l)} = \sum \text{anions (még / l)}$ ] <sup>(1)</sup> dont on a 03 valeurs [faible (2 dS/m, moyenne (8 dS/m) et forte (32 dS/m)]

Pour les sels expérimentés, et vu leur abondance dans les sols sahariens, notre choix s'est porté sur 03 sels chlorurés ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) et un sel sulfaté ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ). Les doses de ces sels sont consignées dans le tableau n°2.

Concernant l'effet de la sodicité, nous avons employé des solutions constituées soit par  $\text{NaCl} - \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , soit par  $\text{NaCl} - \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Avec un SAR allant de 0 à 45 (0, 5, 15, 40) et une CE allant de 2 à 32 dS / m

Le pH de toutes ces solutions est maintenu à 6,5 durant toute l'expérimentation avec une solution de  $\text{HCl}$  (0,1 N).

Afin d'éviter le développement microbien, on a ajouté aux solutions quelques gouttes de l'aldéhyde formique.

L'expérimentation dure 44 jours, sous les conditions de laboratoire où la température est autour de  $20^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ . Chaque décade, on prélève 5 ml de chaque bêcher où l'analyse

porte sur le phosphore (par colorimétrie) et le calcium (par spectrophotométrie d'absorption atomique) libérés dans la solution.

Tab. 1 Composition chimique du phosphate naturel D.O 20%

Composition chimique	Formule chimique	%
anhydride phosphorique	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	21.06
oxyde de calcium	CaO	49.29
oxyde de magnésium	MgO	6.43
oxyde d'aluminium	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.58
oxyde de fer	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.37
silice totale	SiO <sub>2</sub>	1.8
Oxyde de sodium	Na <sub>2</sub> O	0.28
Oxyde de potassium	K <sub>2</sub> O	0.11
Carbone organique	C.O	0.40

Tab.2 Doses des sels utilisés (sous forme chlorurée)

a- cas de MgCl<sub>2</sub> .6H<sub>2</sub>O

SAR	CE (dS m)	MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O g/l	Mg <sup>++</sup> méq/l	NaCl g/l	Na <sup>+</sup> méq/l	Concentration moles/m <sup>3</sup>
0	2	2.5414	24	0	0	11.03
	8	9.8809	96	0	0	48.60
	32	39.5235	384	0	0	194.40
5	2	1.2155	11.84	1.1226	12.9	39.97
	8	7.101	67.06	1.6929	28.94	63.87
	32	32.9763	320.39	3.7212	63.61	225.80
15	2	0.3777	3.67	1.1893	20.33	21.97
	8	3.5077	34.08	3.6223	61.91	77.15
	32	23.1387	224.81	9.3126	159.19	259.576
45	2	0.0731	0.71	1.3625	23.29	23.60
	8	1.0230	9.91	5.0345	86.06	90.50
	32	8.9628	87.08	17.3698	296.92	335.8360

b- cas de  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

SAR	CE (dS/m)	$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ g/l	$\text{Ca}^+$ még/l	$\text{NaCl}$ g/l	$\text{Na}^+$ még/l	Concentration moles/m <sup>3</sup>
0	2	1.764	24	0	0	12.00
	8	7.056	96	0	0	48.00
	32	28.224	384	0	0	192.00
5	2	0.8702	11.84	0.7113	12.16	18.07
	8	4.9274	67.06	1.6935	28.95	62.44
	32	23.5707	320.39	3.7036	36.31	223.60
15	2	0.2697	3.69	1.1887	20.32	22.14
	8	1.0866	34.08	3.6223	61.92	84.05
	32	16.5707	224.93	9.3055	159.07	271.786
45	2	0.0396	0.54	1.3718	23.45	23.70
	8	0.5659	7.70	5.2059	88.99	89.75
	32	6.400	87.08	17.3698	296.22	340.43

**Résultats et discussion :**

Les quantités de P et de Ca dissoutes, pendant 44 jours, sont exprimées en pourcentage par rapport à la teneur totale de P et de Ca contenus dans le minéral

**1) Effet de la force ionique (concentration saline) :**

La figure 1 représente les quantités de P et de Ca solubilisées en présence des différents sels indépendamment de leur concentration, on note des teneurs nettement supérieures à celles fournies par le témoin (eau distillée, pH = 6,5).

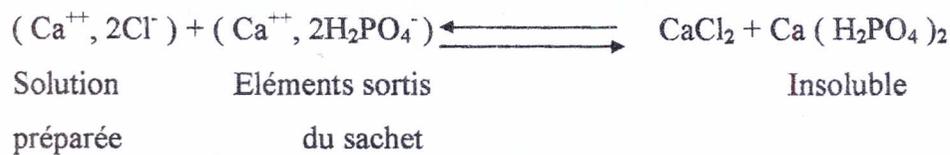
Pour ce dernier, on enregistre 3,2% de P et 6,1% de Ca seulement. La meilleure dissolution est obtenue avec un apport d'un mélange de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  et  $\text{NaCl}$ , elle est de 8,1% de P et 25,23% de Ca. Alors que dans le cas où ces deux sels sont apportés séparément, les quantités libérées sont moins importantes, on note 7,8% de P et 23,4% de Ca sous l'effet de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  et de 6,5% de P et 14,9% de Ca dans le cas de  $\text{NaCl}$ . Cependant, l'apport de chlorure de calcium influence négativement la libération des deux éléments suscités, on note des pourcentages inférieurs à ceux obtenus dans le cas du témoin, ils sont estimés à 0,8% de P et 2,5% de Ca.

A l'exception des sels calciques, on note une influence positive sur la solubilisation en fonction de la force ionique.

Au travers ces résultats on essaiera de donner des explications correspondantes. La dissolution diffère d'un traitement à un autre en dépendant de type de cations et d'anions ainsi que de la force ionique.

### 1-Effet des cations:

La dissolution des phosphates naturels est affectée différemment suivant le type de cations. En présence de  $\text{Na}^+$ , nous observons une importante solubilisation (fig.1) parce que la fraction  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  est plus soluble et plus mobile qu'en présence d'autres cations comme le potassium, magnésium et surtout le calcium ( Curtin et al, 1992 ). Ce cation, en plus de son effet tant qu'un ion commun, il précipite le phosphore libéré suivant la réaction:



Enfin l'augmentation de la solubilisation des P.N suit un ordre croissant :



### 1) Effet des anions:

Notre étude est portée sur l'effet de deux anions à savoir:  $\text{Cl}^-$  et  $\text{SO}_4^-$  qui sont apportés sous forme de sels de même anion en l'occurrence  $\text{NaCl}$  et  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . On distingue une différence nette entre les deux anions:

- La présence de l'anion  $\text{SO}_4^-$  semble avoir un effet favorable sur la libération de P et de Ca, ceci pourrait s'expliquer par la précipitation des cations par cet anion suivant la réaction:



Parallèlement, l'anion phosphorique sera mobilisé par  $\text{Na}^+$  :



On peut dire que l'anion  $\text{SO}_4^-$  jouerait le rôle d'un récepteur pour le calcium ce qui a favorisé la libération du phosphore. Toutefois, l'anion  $\text{Cl}^-$  montre une solubilisation moins importante que celle provoquée par le  $\text{SO}_4^-$ . Ceci serait dû à la grande solubilité de  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , ce qui

rend le cation ( $\text{Ca}^{++}$ ) plus abondant dans le milieu, en précipitant l'anion phosphorique dans le milieu :



### 3- Effet de la force ionique ou de la concentration saline :

La figure 2 montre que les teneurs en P et en Ca enregistrées sont en fonction de la concentration en électrolytes : En général, nous remarquons qu'en présence de NaCl,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  et ( $\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ ), KCl et  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , la dissolution devient de plus en plus importante avec l'augmentation de la force ionique (CE augmente).

En revanche, l'augmentation de la CE en présence de  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  inhibe fortement la dissolution des P.N, on note à 32 dS/m, 0,7 % P et 1,8 % de Ca seulement. Enfin, l'analyse de variance (comparaison des moyennes) montre un effet sel très significatif en donnant cinq classes distinctes. De même il y a un effet concentration, on note trois groupes homogènes distincts.

## II) Effet de la sodicité et de la concentration saline

Au cours de 44 jours d'expérimentation, la solubilisation des P.N est effectuée différemment, suivant le type du binôme des sels utilisés. Les pourcentages de P et de Ca sont reportés sur les graphiques (3,4,5,6,7,8). Donc selon le type de sels nous avons:

### a- Cas de $\text{NaCl} - \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ : (Fig. 3,4, 5) :

Les quantités de P et de Ca libérées dans le milieu lors de la diffusion augmente avec le SAR, on note une meilleure solubilisation avec un SAR = 45 et une CE = 32dS/m, on a obtenu 12,7% P et 30,5% de Ca ( Fig.5)

On constate aussi que plus la force ionique augmente, plus les quantités de P et de Ca libérées de sont importantes. Contrairement à l'absence de  $\text{Na}^+$  ( SAR = 0 ) leur concentration diminue légèrement, on note des quantités de 3,4 à 10,4% P suivant la CE, ces valeurs enregistrées sont cependant plus grandes que celles obtenues dans le cas du témoin qui offre 3,1% P seulement (Fig.3 et 4).

### b- Dans le cas de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} - \text{NaCl}$ :

Les graphiques ( 6,7, 8 ) nous amènent à faire les remarques suivantes :

- Avec une même CE, indépendamment de sa grandeur et un SAR variant de 0 à 45, les quantités de P et de Ca libérées dans le milieu deviennent de plus en plus importantes quand le S.A.R augmente. Elles peuvent atteindre 30,5% Ca et 12,7% P.

-A un SAR donné, indépendamment de sa grandeur et une CE variant de 2dS/m à 32dS/m, la concentration en éléments P et Ca diminue progressivement quand la CE augmente, on note 3,5% Ca et 1,3% P à un SAR = 45 et une CE = 32dS/m (Fig. 8).

En revanche, à une faible CE ( 2dS/m ) et à un SAR = 45, on a obtenu la meilleure solubilisation avec un pourcentage de 2,8% P et 7,1% Ca ( Fig. 6).

Le traitement avec le sel calcique (  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ) donne des résultats inférieurs à ceux obtenus par le témoin. Ce dernier donne 3,1% P.

Le comportement des P.N dans les deux solutions pourrait être expliqué comme suit:

L'importance de la dissolution des P.N en présence de la solution bicationique ( Na-Mg ) serait due à l'activité de  $\text{Na}^+$  dans le milieu et à l'effet synergique que le magnésium a joué sur le sodium en libérant plus de P et de Ca.

En revanche, le calcium a joué un rôle inhibiteur dans la dissolution. En effet, on constate que les quantités de Ca dissoutes dans le cas Na-Mg sont plus grandes de deux fois à 15 fois, suivant la concentration saline que celles obtenues avec le traitement ( Na-Ca ). De même pour le phosphore, les résultats montrent une solubilisation de 1,5 fois jusqu'à 14,8 fois plus grande, en présence de  $\text{Mg}^{++}$  que de  $\text{Ca}^{++}$ .

Cette réduction intense due à la présence de Ca, s'explique par l'effet de l'ion commun dans le blocage de la solubilisation. A l'encontre, où le taux de  $\text{Na}^+$  augmente la solubilisation devient légèrement importante.

Toutes ces observations ont été confirmées par l'analyse de variance qui a montré un effet S.A.R très hautement significatif en donnant 4 groupes distincts ( classés différemment suivant le type de la solution) et montre des interactions entre S.A.R et CE soit négatives, soit positives selon le type des sels utilisés.

Dans ces dispositifs expérimentaux, nous observons que les quantités de phosphore et de calcium mobilisés diffèrent d'un traitement à un autre, on remarque que dans tous les traitements, leur mobilisation se produit d'une manière intense où presque la moitié des teneurs en P et en Ca sont obtenues pendant la première décade, alors que pour les trois autres décades, la solubilisation devient lente.

A la première décade, le milieu externe ( solution ) est dépourvu de P et de Ca. Ce qui provoque un gradient de concentration ( DC ). Cette différence de concentration aboutit au transfert de la matière ( diffusion des éléments ). Au cours du temps, l'équilibre entre le milieu

extérieure ( solution) et le milieu intérieur (intérieur du sachet) est atteint d'où ralentissement de la dissolution, ceci à été montré par l'allure des courbes.

On observe également ; dans ces conditions expérimentales adoptées ; que les quantités de calcium dissoutes sont presque trois fois plus importantes que celles du P dans divers traitements. Par conséquent, le rapport % P / % Ca < 1, l'enrichissement du milieu en élément calcium pourrait s'expliquer de la manière suivante : Le phosphore de Djbel-onk est constitué essentiellement de deux fractions importantes à savoir, le phosphate tricalcique  $[Ca_3(PO_4)_2]$  et le carbonate de calcium ( $CaCO_3$ ) donc, le calcium libéré dans le milieu provient de deux fractions contrairement au phosphore qui provient de  $Ca_3(PO_4)_2$  seulement

### Conclusion

La solubilité des phosphates dans un milieu enrichi en électrolytes est augmentée par certains cations et réduite par d'autres. En effet,  $Na^+$  et  $SO_4^{--}$  sont considérés comme des éléments mobilisateurs du P et des P.N par rapport aux ions  $K^+$ ,  $Mg^{++}$ ,  $Cl^-$ . Cependant, la présence des chlorures de calcium bloque fortement la dissolution. Aussi, l'augmentation de la concentration en électrolytes excepté les sels calciques, améliore considérablement les quantités de P et de Ca dissoutes en présence de  $SO_4^{--}$  et  $Na^+$ .

Dans le cas des sels de même anion, l'effet positif sur la solubilisation des phosphates naturels augmente dans cet ordre :  $Ca^{++} > K^+ > Mg^{++} > Na^+$ .

L'action de la sodicité (S.A.R) et de la concentration saline (CE) sur la solubilisation des PN peut se résumer ainsi:

- En absence de  $Na^+$  (S.A.R = 0) ,quand la CE augmente, la solubilité est importante dans le cas de Mg-Na . Toutefois, elle est faible dans le cas du couple Na-Ca.
- Avec un S.A.R élevé et une CE faible, on aboutit à une meilleure solubilisation, en présence de Na-Ca, alors qu'en présence de Na-Mg, la meilleure solubilisation est obtenue avec un S.A.R = 45 et une CE de 32 dS/m. Enfin, l'augmentation dans la concentration saline (CE) ,en absence de Ca, contribue largement à la dissolution des P.N.

Les différents résultats obtenus dans ce travail, mettent en évidence l'importance des conditions salines sur la dissolution des P.N. Cependant et de les transposer à grande nature, il est nécessaire de vérifier ces résultats au sein des stations expérimentales en présence de végétation afin de connaître si les conditions chimiques des sols tels que analysés expérimentalement sur modèle sont suffisantes pour permettre une dissolution des P.N en vu des besoins de la plante.

## Bibliographie

- Amberger, A. 1992. The role of root properties and organic matter on mobilisation of soil P and rock phosphates. *Soil and fertilizers* . Vol 56 , n°4 , 1993
- Borggard, O. K . ; S. S . Jorgensen ; J. P . Moberg and B. Raban . Lange . 1990. Influence of organic matter on phosphate adsorption by aluminium and iron oxides in sandy soil . *J. Soil sci* . 41 : 443 - 449
- Chenfang lin. H. L. Moho ; L.A . Douglas and w. J .Busscher . 1983. Multifactor kinetics of phosphate reactions with minéral in acid soils :  
II - Expérimental curve fitting . *Soil Sci . Soc. Am. J .* , 47 : 1103 - 1108 - .
- Chien, S.H., L.A leon and H.R. Tedjda. 1980 a. Dissolution of north Carolina phosphate rock acid colombian soils as related to soil properties.  
*soil. Sci. Soc. Am. J.* 44: 1267-127.
- Curtin , D. , F. SELLS and H. Stephun . 1992. Influence of salt concentration and sodicity on the solubility of phosphate in soils. *J. Soil Sci* . 153 : 409 - 416
- El Mahi , Y. E and M. A . , Mustafa. 1980. The influence of electrolyte concentration and sodium adsorption ratio on phosphate retention by soils . *J. Soil Sci* . , 130 : 321 - 325 -
- Lehr , J.J. and J.CH . Van wesemarl. 1952. The influence of neutral salts on the solubility of soil phosphate. *J. Soil Sci* . , 3 : 125 - 135 .
- Mackay , A . D and J. K . Syers .1986. Effect of phosphate calcium and pH on the dissolution of a phosphate rock . *Soil Fert. Res* . n° 10 175 - 184 .
- Michael , A . ; Wilson and B. G . Ellis. 1984. Influence of calcium solution activity and surface area on the solubility of selected rock phosphates . *J. Soil Sci* . , 138: 354 - 358
- Mishra , B . ; pradeep kumar and G. K . Dwivedi . 1985. Effectiveness of indian rock phosphates in acid soils . *J. Soil Sci* . , 33 : 574 - 580.
- Robinson , J.S . , and J.K. Syers. 1990. A critical evaluation of the factors influencing the dissolution of GAFSA phosphate rock . *J. Soil Sci* . , 41 : 597 - 605 .
- Starostka, R.W. , and W.L. Hill. 1955. Influence of soluble salts on the solubility of and plant response to dicalcium phosphate. *Soli sci. Soc. Pro.*, pp : 193 - 198

## Annexe

$$1) KCE = \sum \text{cations (m\acute{e}q / l)} = \sum \text{anions (m\acute{e}q / l)}$$

K = 12 pour les sels chlorurés

K = 10 pour les sels sulfatés

$$2) SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++}}{2}}} \implies \text{cas de l'apport de NaCl - CaCl}_2 \cdot 2H_2O$$

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Mg^{++}}{2}}} \implies \text{cas de l'apport de NaCl - MgCl}_2 \cdot 6H_2O$$

Na<sup>+</sup>, Ca<sup>++</sup> et Mg<sup>++</sup> en m\acute{e}q / l.

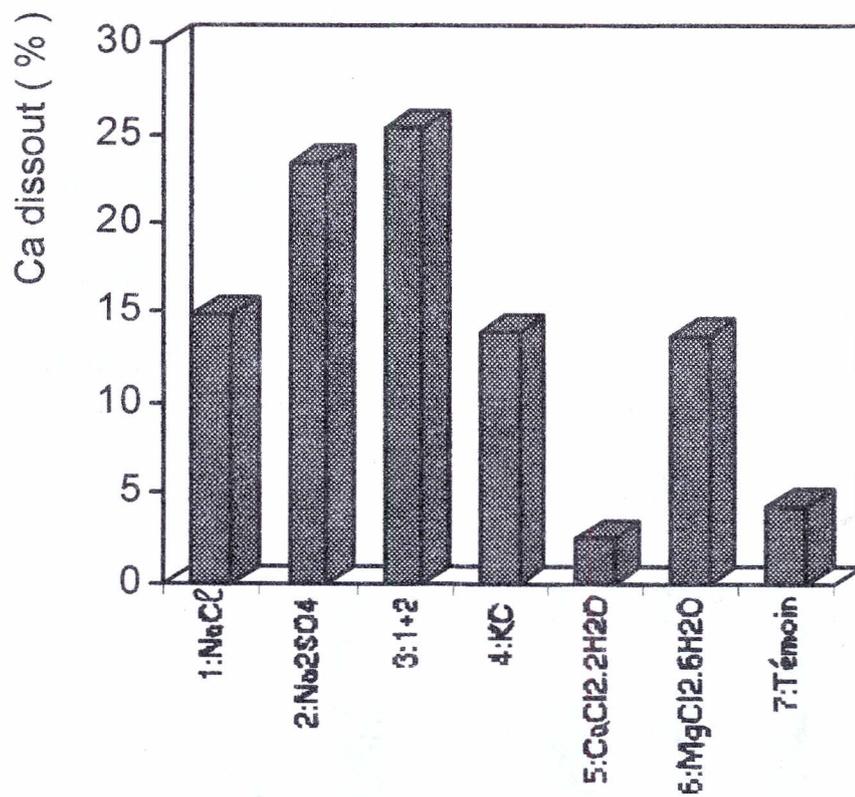
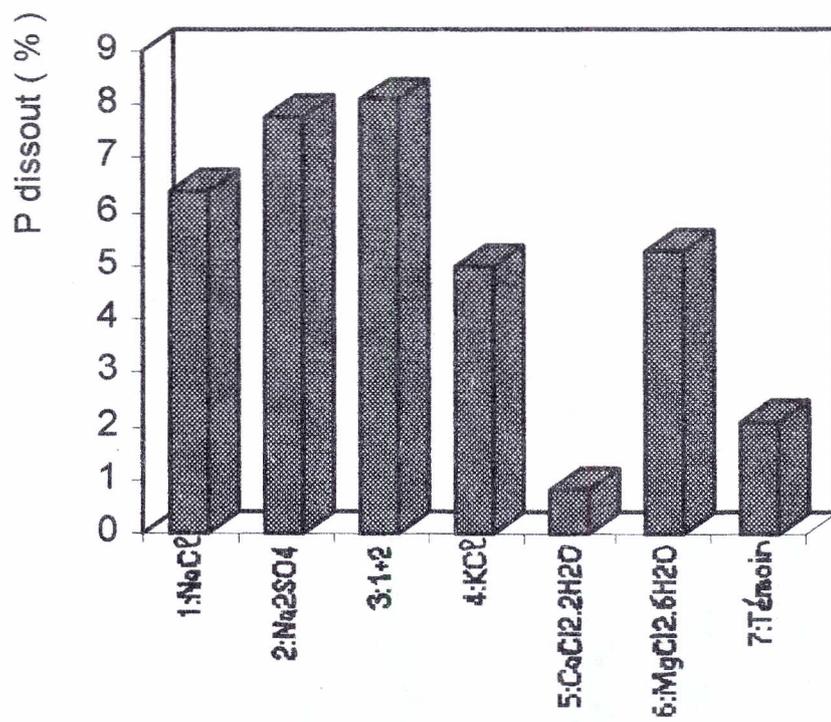


Fig.1. Effet des différents sels sur la solubilisation des PN

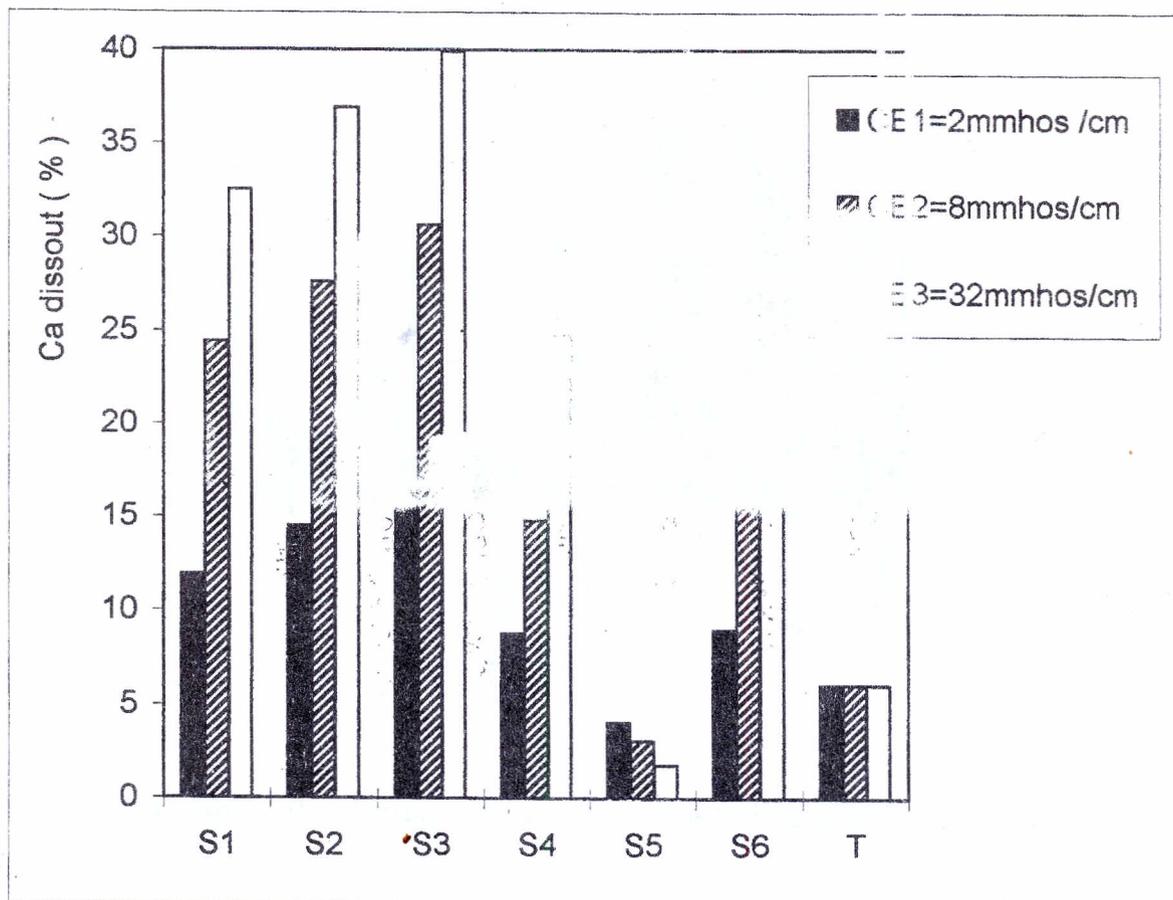
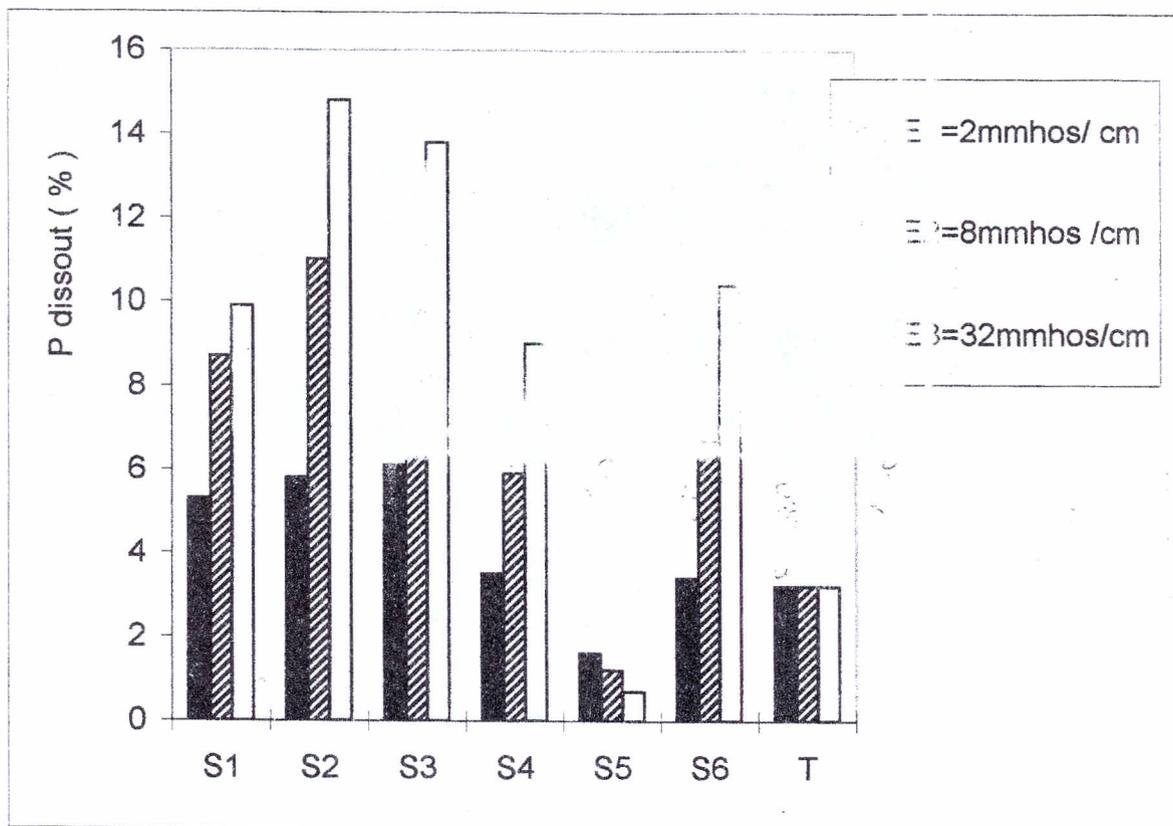


Fig. 2 Effet des sels sur la solubilisation des PN 0 différentes CE

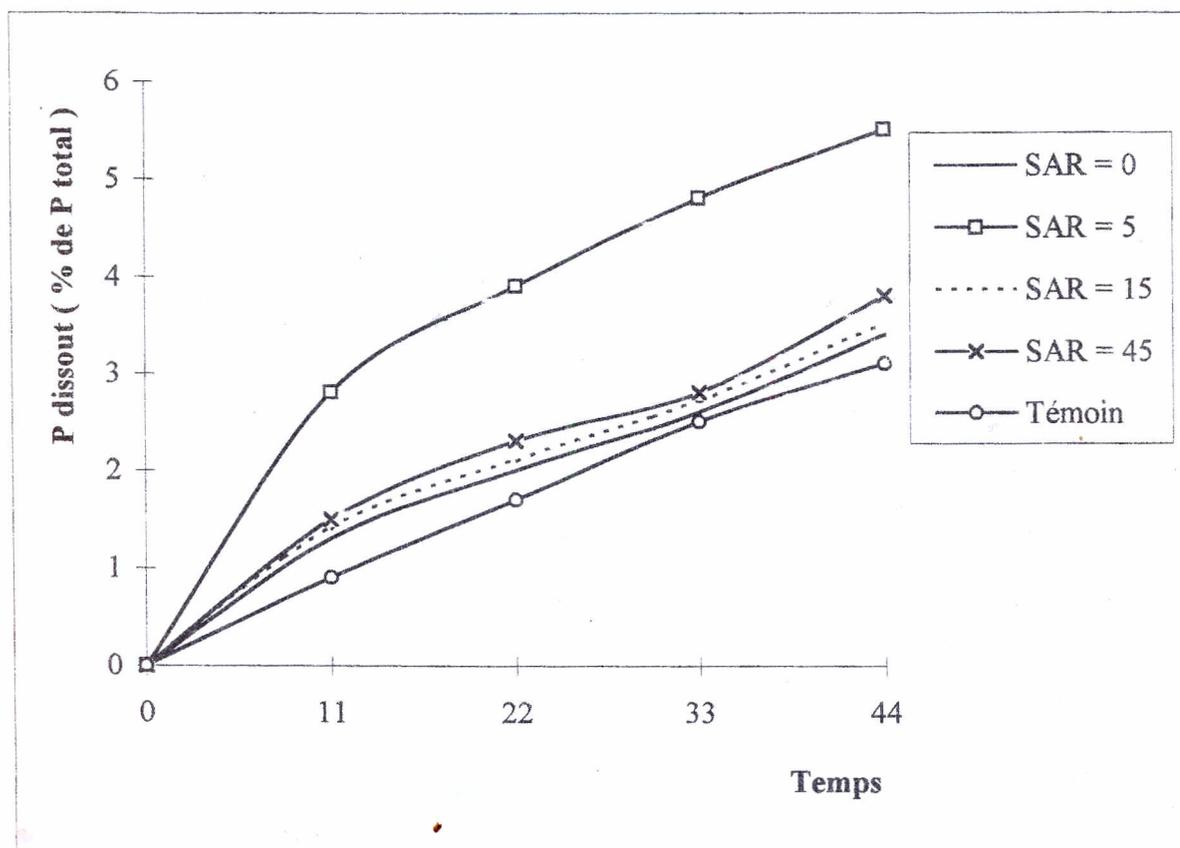
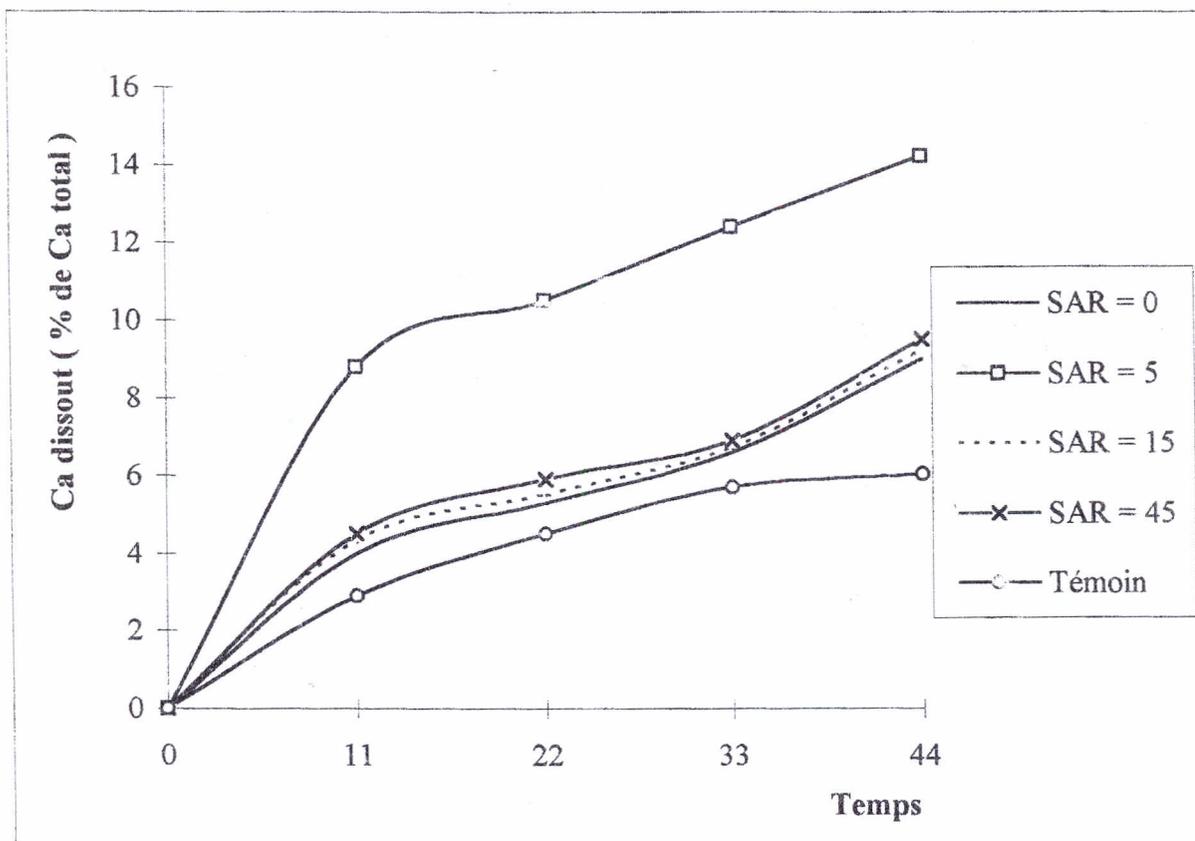


Fig3 Effet de la sodicité (Na - Mg) sur la solubilisation des PN (CE = 2dS/m)

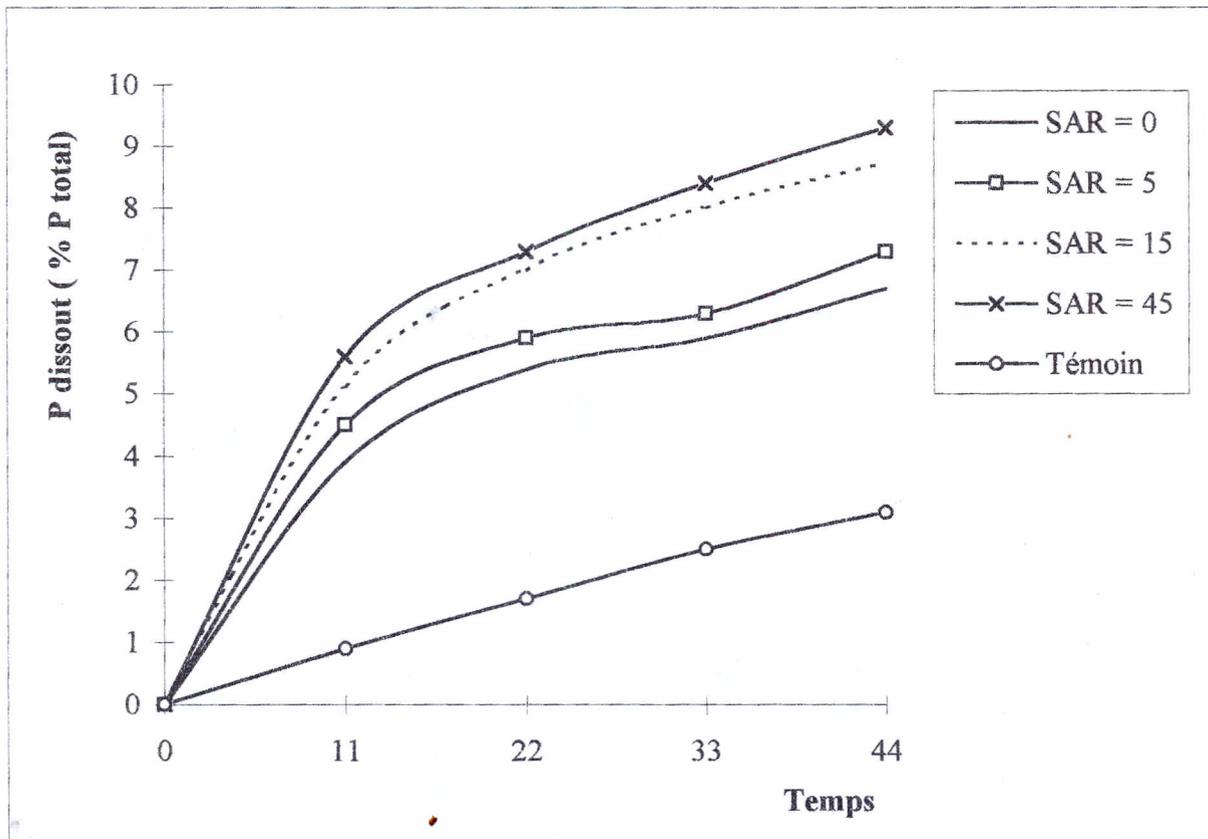
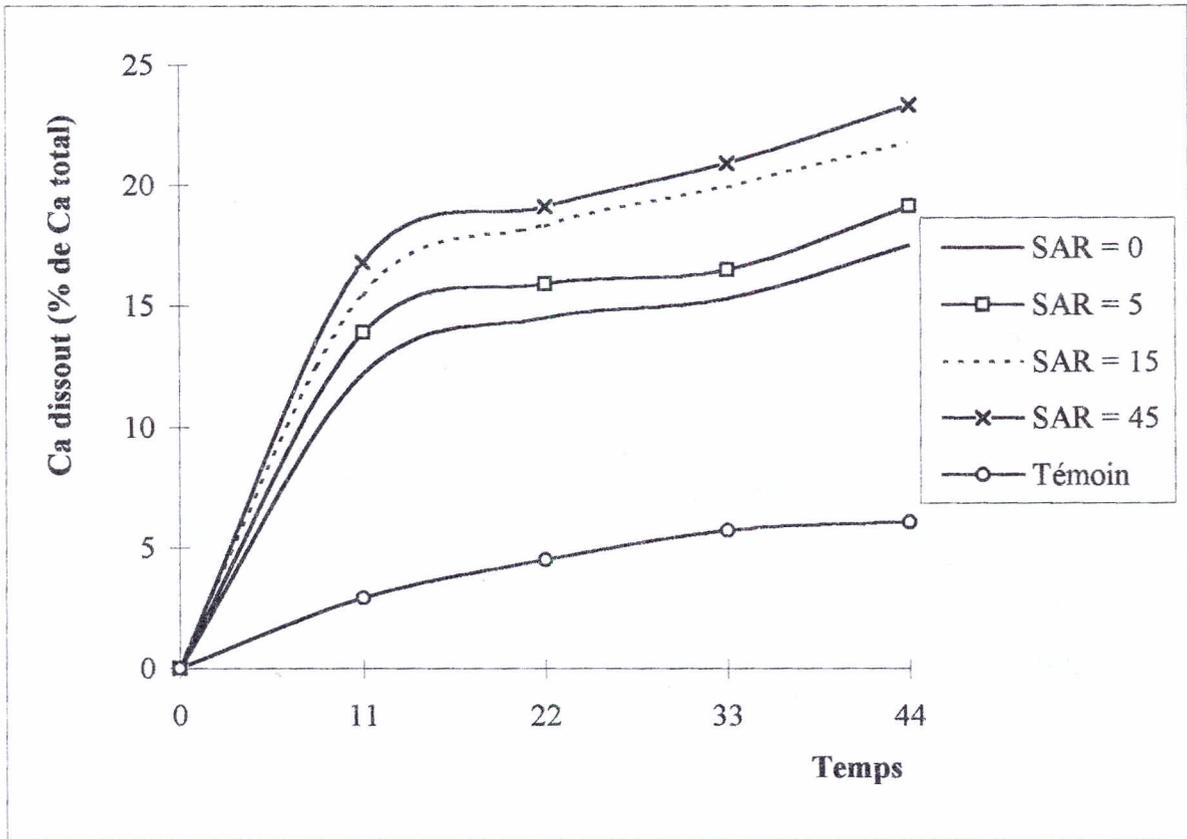


Fig. 4 Effet de la sodicité (Na-Mg) sur la solubilisation des PN (CE = 8dS/m)

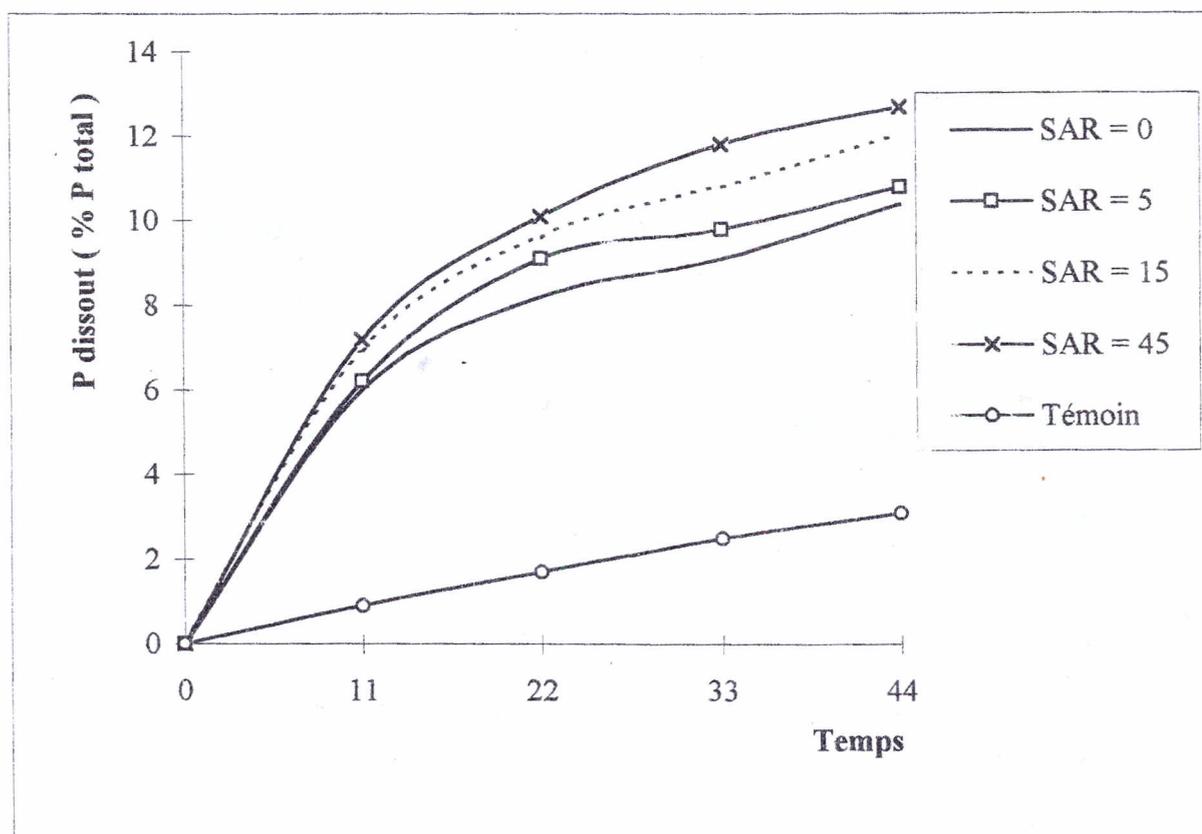
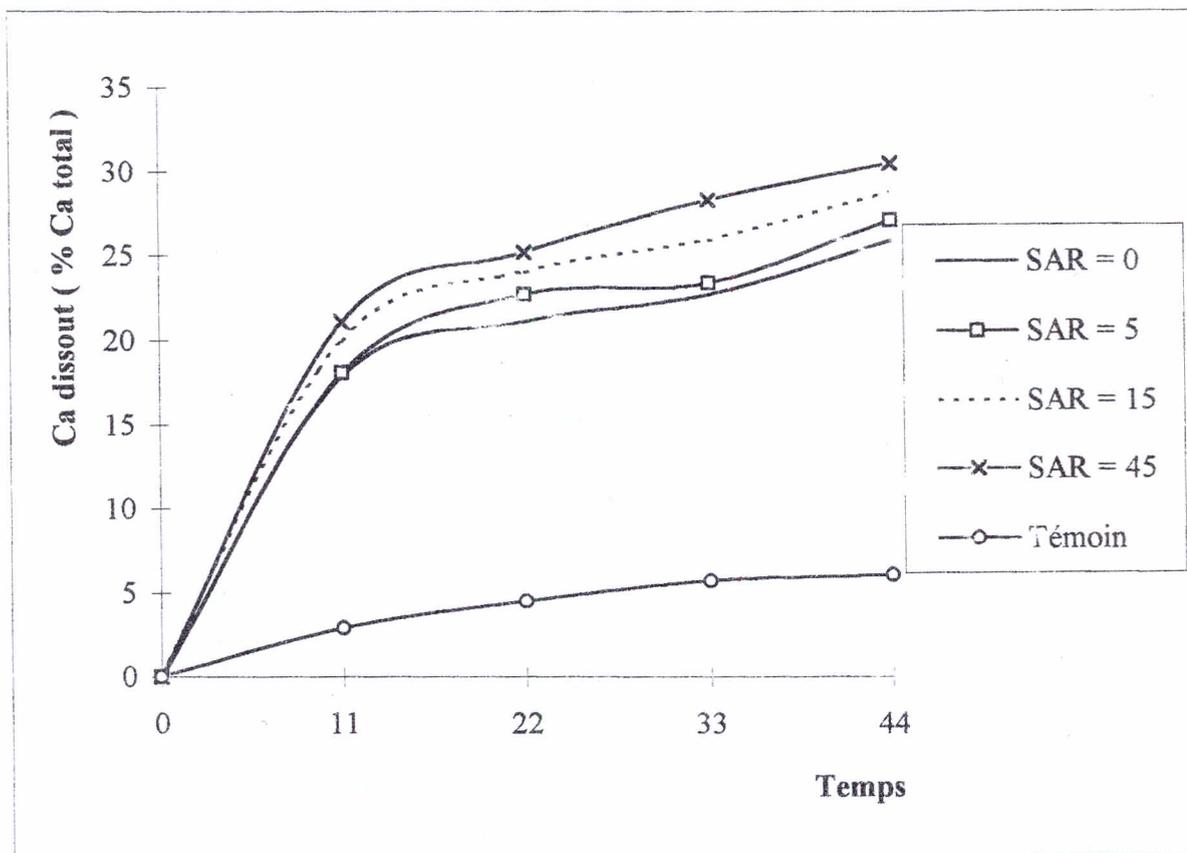


Fig.5 Effet de la sodicité ( Na-Mg) sur la solubilisation des PN ( CE = 32 dS/m)

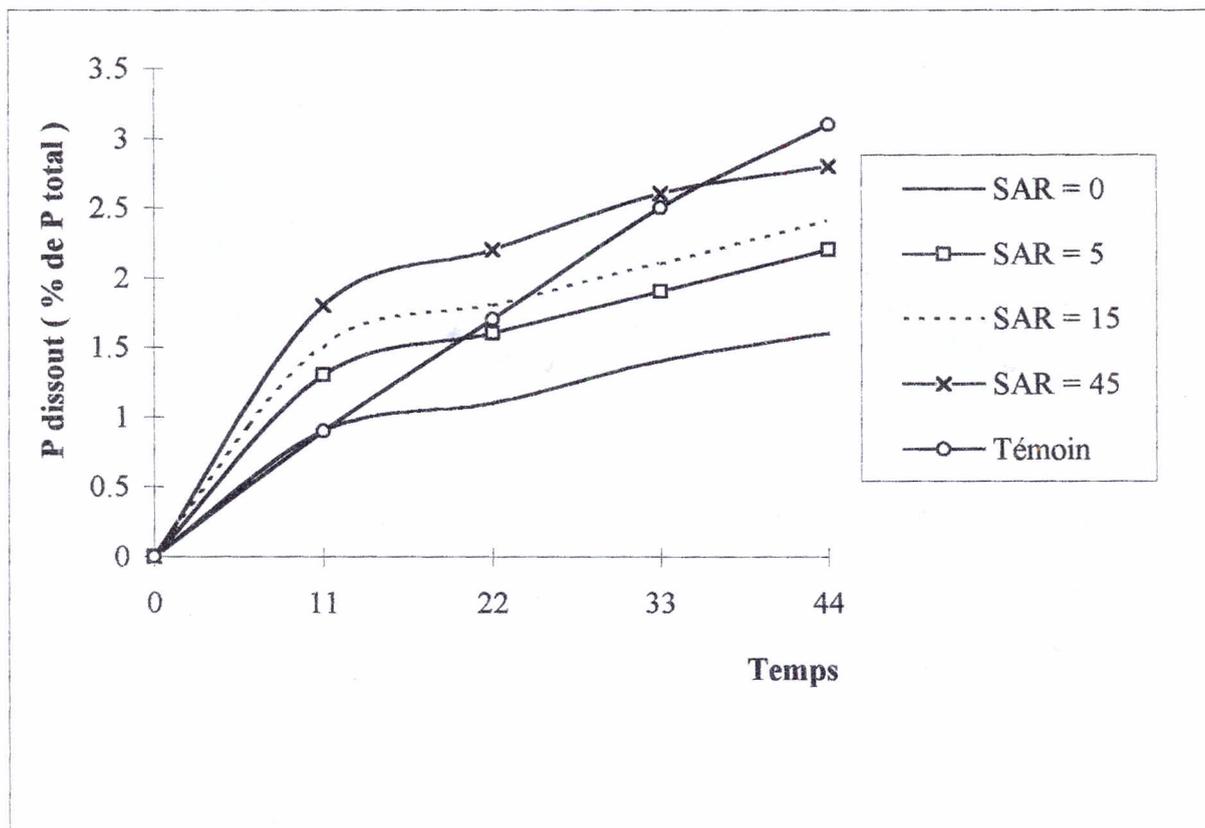
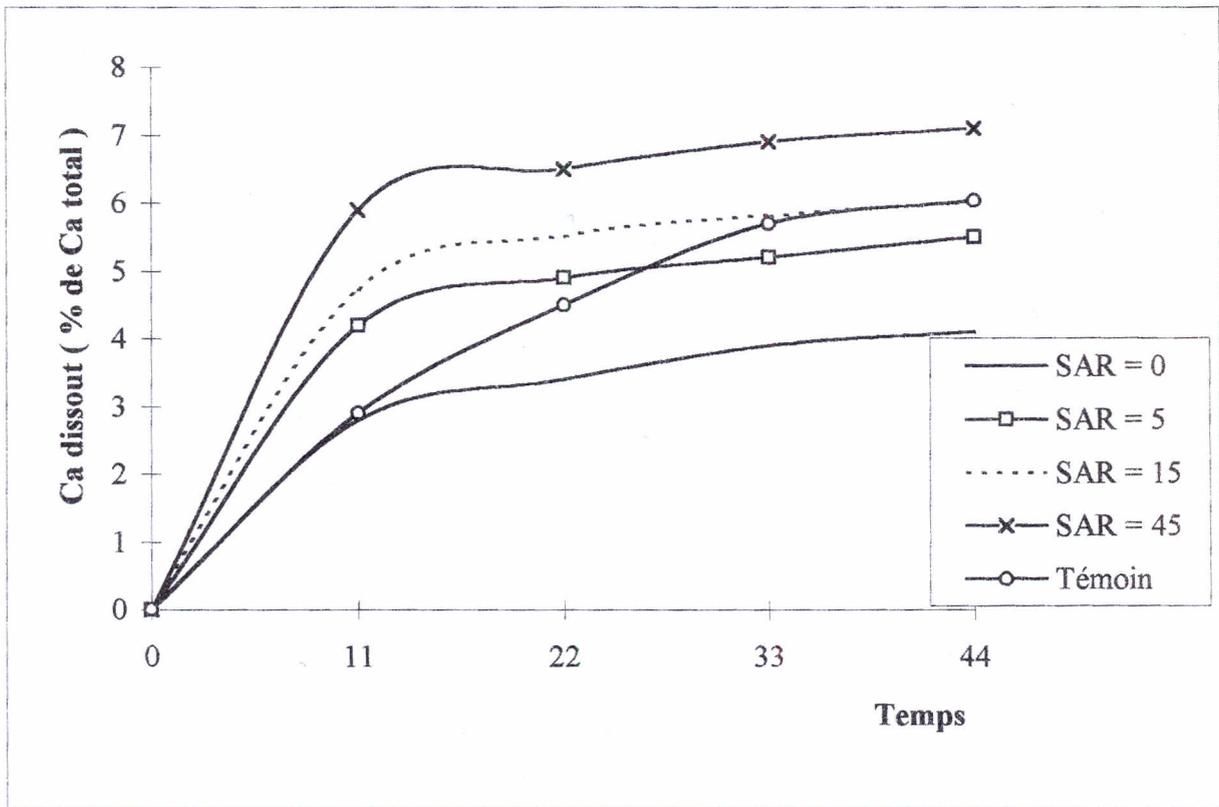


Fig. 6 Effet de la sodicité (Na - Ca) sur la solubilisation des PN (CE = 2dS /m)

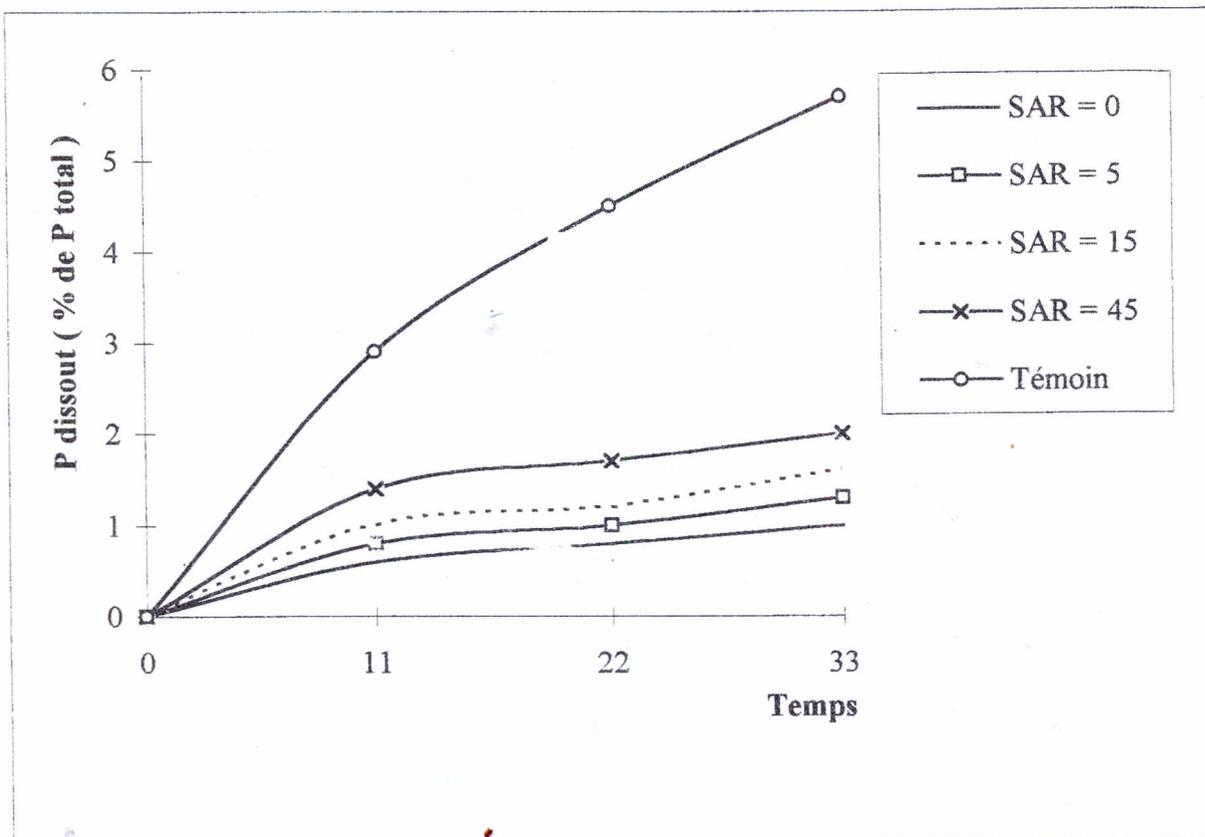
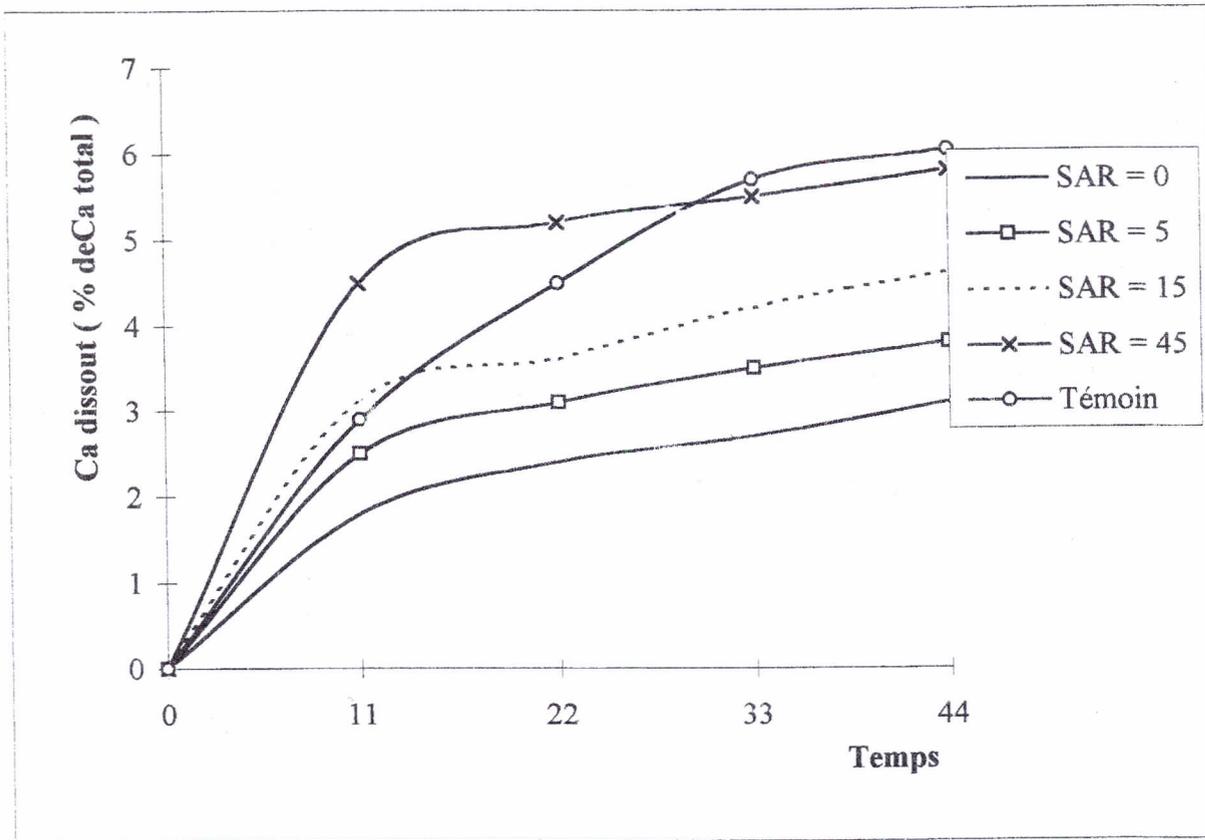


Fig. 7 Effet de la sodicité ( Na - Ca) sur la solubilisation des PN (CE = 8dS/m)

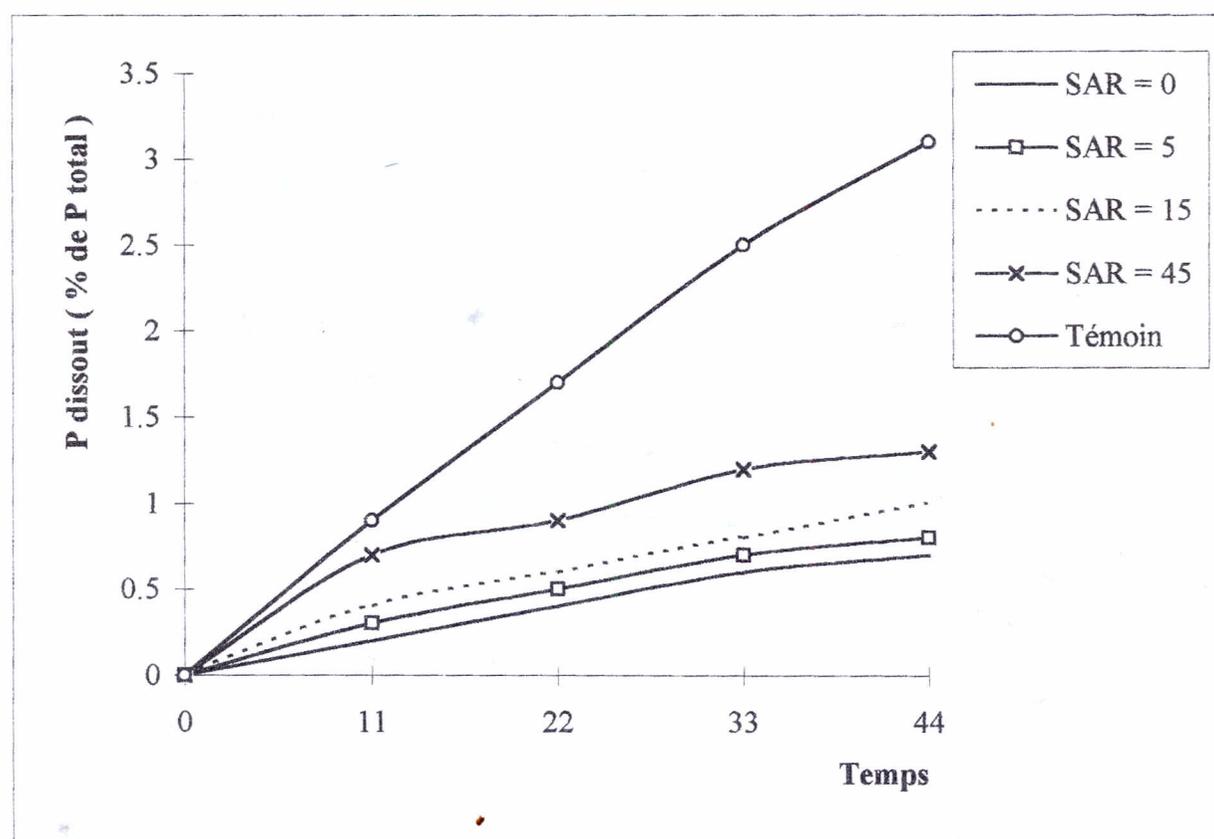
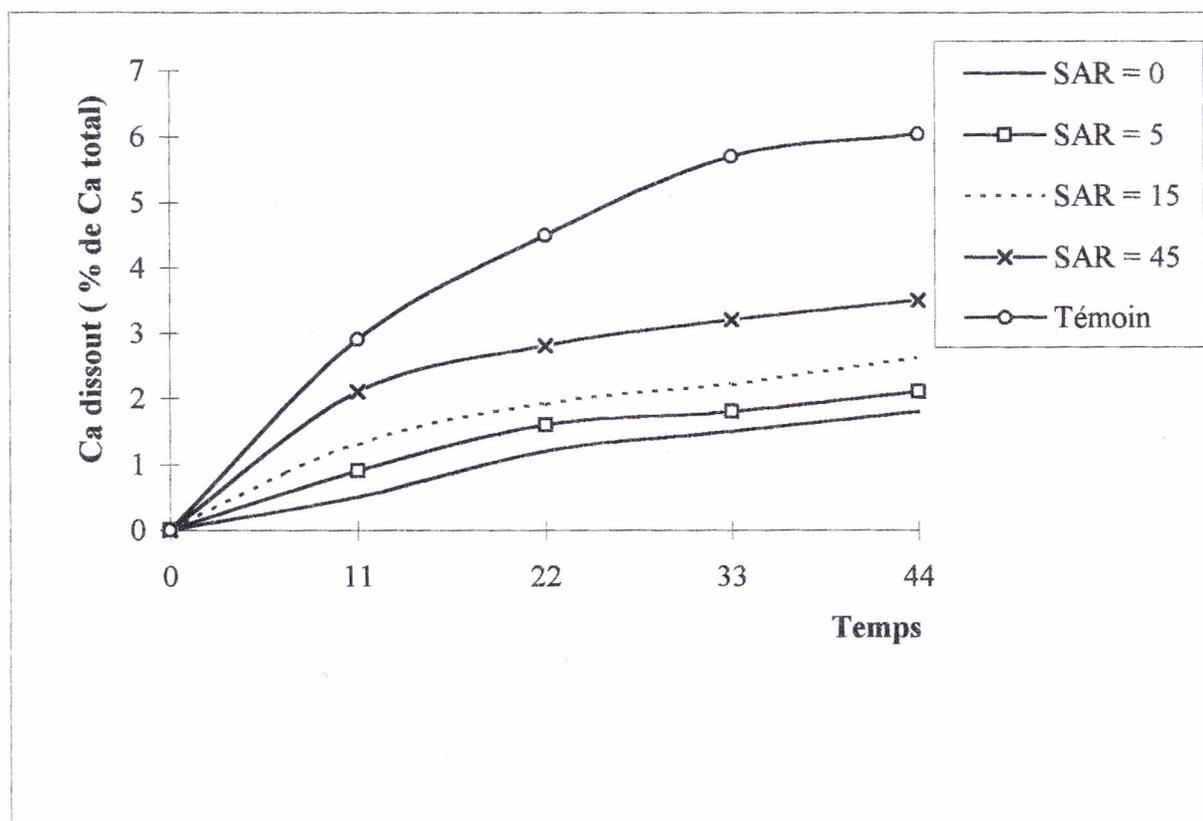


Fig. 8 Effet de la sodicité ( Na- Ca ) sur la solubilisation des PN (CE de 32dS/m)

# ETUDE DE QUELQUES MARQUEURS PHYSIOLOGIQUES DE TOLERANCE A LA SALINITE CHEZ LE BLE DUR ( *Triticum durum* ).

**BRINIS Louhichi,**

Dept de Biologie, Université Badji Mokhtar, Annaba.

**BACHIR O/ BABANA Mohamed,**

Université de Nouakchott, Mauritanie.

**Résumé :** Une étude sur deux variétés de blé dur cv. Waha et Eider a été conduite dans le but d'une part d'identifier les principaux marqueurs physiologiques, biochimiques de tolérance au stress salin et d'autre part d'explorer l'aspect équilibre ionique pour déterminer la nature inclusive ou exclusive de ces deux variétés.

D'une manière générale, l'essai vise à statuer sur le comportement variétal en conditions salines ; les paramètres utilisés devant être ultérieurement retenus comme critères de sélection dans un programme d'amélioration des plantes.

A l'issue de ce travail, les principales conclusions furent comme suit:

Le test de vigueur (germination après trois jours) a été en faveur de la variété Waha ; les petites graines ayant été les plus affectées.

Au niveau de la biomasse, les longueurs des racines sont moins affectées chez Waha ; Eider ayant cependant eu une bonne réponse pour la biomasse aérienne (coléoptile).

La variété Waha est plus tolérante que Eider grâce à beaucoup de marqueurs physiologiques (germination), aux composés osmorégulateurs (proline et sucres solubles).

Au niveau de l'équilibre ionique, K/Na, absorption et utilisation de K et Ca et accumulation d'anions autres que Cl sont mieux représentés chez Waha.

En ce qui concerne l'accumulation de Na et Cl dans les feuilles, la variété Eider apparaît celle qui supporte le mieux le Na et Cl et de ce fait peut être considérée plus inclusive que la variété Waha.

Ainsi, grâce aux différents encours, il nous appartient d'en sélectionner quelques-uns comme outils ou marqueurs fiables de tolérance au stress salin.

**Mots clés :** blé – salinité – équilibre ionique – adaptation – germination – physiologie.

Le présent travail est réalisé dans le cadre du projet **CRSTRA :**

« Sélection et création variétale en zones arides et semi-arides »

## **INTRODUCTION :**

Le problème de tolérance des plantes aux stress environnementaux (salinité, températures extrêmes et sécheresse) se pose dans plusieurs régions du monde. Les mécanismes de la tolérance sont complexes et ils le deviennent encore plus lorsque différents stress sont associés. Un stress peut être défini comme toutes conditions (ou combinaison de conditions) qui empêchent la plante de réaliser pleinement l'expression de son potentiel génétique pour la croissance, le développement et la production (Levitt, 1980). Les plantes cultivées présentent une forte variabilité génétique pour la résistance aux stress ; ce qui permet d'envisager une amélioration variétale (Shannon, 1987).

La salinité compte parmi les facteurs qui limitent la croissance et la productivité des plantes. Mais la tolérance au stress salin peut varier avec le stade de développement. La germination et l'installation de la plantule autotrophe apparaissent souvent comme un stade critique, plus sensible à la salinité que pendant les phases ultérieures du développement. D'autre part, la tolérance à la salinité varie avec les génotypes, et il peut être intéressant de disposer de critères précoces de sélection pour ce facteur. Nous présentons dans ce but une étude comparative de 2 variétés de blé dur cultivées à des stades très jeunes sur des milieux à différentes concentrations de NaCl. Elle porte sur l'effet de la salinité sur la germination, l'accumulation des composés osmorégulateurs (sucres solubles) et sur le transport d'ions entre la racine et les parties aériennes.

## **MATERIEL ET METHODES :**

Deux variétés de blé dur sont étudiées : Waha et Eider. Les graines sont fournies par l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC).

### **Test de germination :**

Les semences des 2 variétés sont divisées manuellement en trois catégories de grosseur ( Petites, Moyennes, Grosses). Les graines destinées à la germination sont abondamment lavées à l'eau courante, rincées à l'eau distillée, puis placées sur du papier filtre mouillé, à raison de 25 graines de chaque catégorie par plaquette, en quatre répétitions. La germination a lieu dans un germeoir ( Super-Germinateur) à la température de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  sous faible éclairage. L'essai est interrompu une semaine après la mise en germination. Toute semence ayant la radicule visible est considérée comme germée. Deux comptages de grains germés sont réalisés après 3 et 7 jours et une mesure de longueur des racines et des coléoptiles sont réalisés après 7 jours de la mise en germination. Pour chaque variété, 4 milieux ont été testés. De l'eau distillée contenant du chlorure de sodium à des concentrations de 25 , 50 et 75 mM a été utilisée.

### **L'essai en pots :**

La culture a été menée dans des pots en matière plastique d'un diamètre de 20 cm, et d'une hauteur de 30 cm, contenant un mélange de terreau, de sable et de gravier dans les proportions suivantes : 5 : 5 : 1.

Les graines sont abondamment lavées à l'eau courante, rincées à l'eau distillée, puis semées au nombre de 6 par pot. La profondeur du semis a été effectuée à 2 cm. Les pots sont irrigués 2 fois par semaine jusqu'à capacité au champs (soit 600 ml / pot) avec l'eau distillée contenant NaCl à des concentrations 50 , 100 , et 150 mM ; en plus du témoin qui ne reçoit pas du NaCl. Les plantules sont récoltées au stade 4 à 5 feuilles après 28 jours de culture. Elles sont séparées en racines et parties aériennes. Ces organes sont pesés avant et après dessiccation à l'étuve à 80°C pendant 48h, puis analysées. Les cations sont dosés par photométrie de flamme en émission (  $K^+$  ,  $Na^+$  ,  $Ca^{++}$  ) sur un extrait acide ( $HNO_3$  0,1N). Le dosage de Cl<sup>-</sup> est fait en coulométrie sur les mêmes extraits. Des plantules prélevées en début d'expérience, avant l'application du sel, sont également analysées et servent de témoin initial pour le calcul des bilans de transport d'ions dans la plante.

## **RESULTATS ET DISCUSSION :**

### **A- Pourcentage de germination :**

Les pourcentages de germination représentés sur les figures 1 et 2 pour la variété Waha et

3 et 4 pour la variété Eider montrent que :

- la présence de NaCl dans le milieu entraîne un retard de la germination pour les 2 variétés ;
- les doses élevées de NaCl entraînent une légère diminution de la germination ;
- les petites graines donnent des valeurs de germination plus faibles que les moyennes et les grosses graines et sont les plus affectées par la salinité.

### **B- Croissance des racines et coléoptiles :**

Les longueurs des racines et coléoptiles représentées sur les figures 5 et 6 pour le cv Waha

et 7 et 8 pour le cv Eider montrent que :

- il y a une corrélation positive entre la croissance des racines et coléoptiles et la grosseur des graines ;
- le présence du sel entraîne une diminution de la croissance des racines et coléoptiles ;
- les racines et coléoptiles des petites catégories sont les plus affectées par la salinité.

### C- Transport d'ions :

Les bilans nets des transports d'ions ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Cl^-$ ) pendant les 28 jours de culture sont représentés sur les figures 9, 11, 13 et 15 pour la variété Waha et 10, 12, 14, et 16 pour la variété Eider. L'accumulation dans la racine et le transport dans les parties aériennes sont estimés à partir des différences des quantités retrouvées dans ces organes entre le prélèvement initial et le prélèvement final.

L'absorption est la somme de l'accumulation dans la racine et du transport dans les parties aériennes. Dans tous les cas, l'accumulation de  $K^+$  est fonction de la concentration de NaCl alors que le transport et l'absorption de  $K^+$  sont nettement diminués. En ce qui concerne  $Ca^{++}$ , les quantités accumulées et transportées diminuent en fonction de la concentration de NaCl dans le milieu. Pour le  $Na^+$ , les quantités absorbées augmentent avec l'addition de NaCl dans le milieu. La majeure partie du  $Cl^-$  absorbé est transportée vers les parties aériennes quelque soit la concentration de NaCl.

Ces résultats démontrent que la germination est une expression finale de l'association vigueur-viabilité des semences. Celles-ci sont elles-mêmes en relation avec la grosseur des graines.

Après 3 jours, les différences enregistrées confirme que la vigueur a un rôle déterminant à jouer quant à l'aptitude physiologique de la graine, celle-ci étant caractérisée entre autre par sa grosseur. Après 7 jours, les différences sont moins évidentes, ceci étant dû au fait qu'il est question de viabilité plutôt que de vigueur.

L'ensemble des résultats montre clairement que l'absorption massive de  $Na^+$  affecte fortement l'absorption de  $K^+$ , ce qui se traduit par une diminution importante des teneurs en cet élément. La diminution est d'autant plus marquée que la concentration en NaCl du milieu est élevée. Cette compétition entre  $K^+$  et  $Na^+$  est bien connue chez les céréales ( El-Mekkaoui, 1990 ; Gorham, 1994).

Si on prend en considération la somme ( $K^+ + Na^+$ ), on constate que les deux variétés étudiées se comportent comme des plantes inclusives dans la mesure où la teneur en  $K^+$  des parties aériennes diminue fortement alors que la somme ( $K^+ + Na^+$ ) augmente dans les mêmes organes avec les concentrations en NaCl du milieu. La variété Eider se montre plus inclusive que la variété Waha; elle semble mieux supporter l'ion de sodium et du chlore dans les parties aériennes en l'utilisant pour l'ajustement osmotique.

## BIBLIOGRAPHIE.

Ashraf M. 1994. Breeding for salinity tolerance in plants. *Critical Reviews in Plant Sciences*, B (1) : 17- 42.

Ben Ahmed H. 1995. Physiologie de la tolérance de l' *Atriplex halimus* L. au chlorure de Sodium. D.E.A. *Physiol. Vég. Univ. Tunis*, 85 p.

El Mekkaoui M. 1990. Etude des mécanismes de tolérance à la salinité chez le blé dur (*T. Durum* Desf. ) et l'orge (*H. vulgare* L.) : Recherche de tests précoces de sélection. Thèse de Doctorat *es Sciences*. E.N.S.A. Montpellier.

Gorham J. 1994. Salt tolerance in the Triticeae: K / Na discrimination in some perennial wheatgrasses and their amphiploids with wheat. *J. Exp. Bot.* 45, 441 – 447.

Levitt J. 1980. Responses of plants to environmental stresses. Vol. 1. Chilling, freezing and high temperature stresses. Academic Press., NY. 2nd ed. 427 p.

Norlyn J. D., Epstein E. 1984. Variability in salt tolerance of four triticales lines at germination and emergence. *Crop Sci.* 24, 1090 – 1092.

Sshannon M.C. 1984. Breeding selection and the genetics of salt tolerance. *Salinity tolerance in plants, staples* R.C. Toennissen GH, Eds. John Wiley et Sons. New York.

**Tests de stabilité structurale des sols  
pour la prévision de la dégradation et l'érosion hydrique des sols  
Applications aux sols de la plaine de la Mina (Relizane)**

Djamel SAIDI

Centre Universitaire de Chlef, Institut d'agronomie, B. P. 151 CHLEF(02000)

**Résumé :**

Pour évaluer l'érodibilité des sols on utilise le plus souvent des tests de laboratoire comme la stabilité structurale ou la simulation de pluie. Cet article présente une méthode récente de mesure de la stabilité structurale avec trois traitements correspondants à des états hydriques initiaux et des niveaux d'énergie appliquée différents : Humectation rapide, humectation lente et agitation après pré-humectation, pour lesquels on mesure la distribution de la taille des particules résultantes après désagrégation. Les résultats obtenus avec différents sols de la plaine de la Mina ont été comparés à des mesures d'infiltration sous pluies simulées. La méthode fournit une bonne description et un classement cohérent du comportement physique des sols sous l'action des pluies. De plus le diamètre moyen pondéral permet de prévoir la structure des croûtes, les risques de transport particulaire et l'érosion hydrique des sols. A partir de ces tests, un exemple d'application de cette méthode à l'étude de l'effet d'un conditionneur de sol sur la stabilité structurale est présenté

**Mots clés** : Stabilité structurale, battance, érosion hydrique, méthodologie et conditionneur

TESTS OF AGGREGAT STABILITE FOR THE ASSESSMENT  
OF SOIL EROSION AND STRUCTURAL DEGRADAION.  
Applications to the soils of a Mina's plain (Relizane)

**Abstract :**

Soil erodibility is often using aggregate stability or rainfall. This paper present a recent method that consist in three tests corresponding to various initial conditions and levels of energy : fast wetting, slow wetting and wet stiring. Particule size distribution after breakdown is mesured and the Mean Weight Diameter is calculated.

The results of the tests for various soils from Cheliff region where compared to the indice of instability and to the infiltration measurement under simulated rainfall. The method gives a good ranking of the soil and a good description of the soil behaviour under rainfall

The particule size distribution allows to predict the structurale deterioration and erosion risks. An exemple of application of this methode to the study of the role of a mineral conditioner on aggregate stability is presented. The résultats show that the conditioner reduce both the breakdown by slaking , by microcracking and by raindrop impact.

Key words : Aggregate stability, crusting, erosion, methodology. conditioner

## 1- Introduction

Il existe au niveau international de très nombreuses méthodes de mesure de la stabilité structurale.

De fait, il s'agit d'une propriété fondamentale des sols pour de nombreux aspects de leur comportement, particulièrement en ce qui concerne hydrodynamique et érosion (Al-Durrah et Bradford, 1982 ; Boiffin, 1984 ; Le Souder, 1990 ; Hairsine et Rose, 1991 ; Fies et Panini, 1995). Cependant la complexité des mécanismes et le nombre des paramètres impliqués font qu'il existe une certaine confusion en ce qui concerne les processus de la dégradation structurale et ses relation avec l'érosion des sols.

Le but de cet article est d'analyser les relations qui existent entre la dégradation, la battance et la sensibilité à l'érosion des sols, après un rappel théorique sur les mécanismes de désagrégation et les paramètres qui l'influencent. On examine ensuite les différents tests de la méthode existante utilisable pour tous, des exemples d'utilisations et de développement de cette méthode sont ensuite présentés.

## 2. Les mécanismes de la désagrégation et les interactions avec la battance, le ruissellement et l'érosion.

La désagrégation par l'eau résulte de différents mécanismes physiques et physico-chimiques et peut affecter différents niveaux de la structure des sols depuis les interactions entre les particules d'argiles jusqu'aux mottes de terre. On peut identifier quatre principaux mécanismes (Le Bissonais, 1988) : (1) l'éclatement, c'est à dire la désagrégation par compression de l'air piégé lors de l'humectation, (2) la désagrégation mécanique sous l'impact des gouttes de pluie, (3) la microfissuration par gonflement différentiel, (4) la dispersion physico-chimique.

Les caractéristiques des sols qui jouent sur la stabilité des sols les plus souvent évoquées sont la texture, la teneur en matière organique, la minéralogie des argiles, les cations et en particulier le sodium, les oxydes de fer et d'aluminium, les carbonates de calcium (Boiffin, 1984 ; Le Bissonais, 1988 ; Le Souder, 1990 ; Saidi, 1993), avec de nombreuses interactions possibles entre ces Paramètres dont il faut tenir compte pour l'interprétation des résultats.

Pour une grande partie des sols cultivés de la région du Chéiff, de texture limoneuse, limono-argileuse ou argilo-limoneuse, l'érosion résulte du ruissellement lié à la diminution de l'infiltrabilité sous l'action des pluies. La capacité d'infiltration peut dans certains cas être réduite jusqu'à des valeurs d'environ 1 mm/h (Saidi, 1993).

La croûtes structurale résultent d'une réorganisation in-situ des fragments et particules produites par éclatement et désagrégation mécanique, sans déplacements importants ni tri granulométrique. La croûtes sédimentaires ou de dépôts résultent d'un déplacement et d'une ségrégation des particules en présence d'un excès d'eau (flaquage et ruissellement). Les mécanismes en cause sont essentiellement la dispersion et la désagrégation mécanique. Le rôle important joué par les fragments et particules de dimensions  $< 100 \mu\text{m}$  dans la réduction de l'infiltrabilité a été montré (Loch, 1989 ; Le Bissonais, 1990). De plus, la dimension des particules résultant de la désagrégation détermine également leur aptitude à être transportées par le ruissellement (Le Souder, 1990).

### 3- Description de la méthode

L'objectif de la méthode est de donner une description réaliste du comportement des sols soumis à l'action de la pluie, et de permettre un classement relatif des matériaux vis-à-vis de ce comportement. La méthodologie est largement inspirée du test classique de Henin et al. (1958).

Les trois tests proposés ont pour objectif de rendre compte de ce comportement dans les différentes conditions climatiques, hydriques et structurales que l'on peut rencontrer à la surface du sol. La méthode est celle proposée par Le Bissonais, (1995). On en rappellera les grandes lignes:

L'échantillon séché à l'air est passé au tamis et les agrégats de 3 à 5 mm sont sélectionnés pour les tests. **Le traitement 1** (humectation rapide par immersion) permet de tester le comportement de matériaux secs soumis à des humectations brutales, de type irrigation par submersion, ou des pluies intenses (orage de printemps et été). **Le traitement 2** (humectation lente par capillarité) permet de tester le comportement de matériaux secs ou peu humides soumis à des pluies modérées. Il est moins destructif que l'humectation rapide et permet de donc de discriminer des sols très peu stables. **Le traitement 3** (désagrégation mécanique par agitation après réhumectation) permet de tester le comportement de matériaux humides (périodes hivernales humides).

On mesure, pour chaque traitement, la distribution de la taille de particules résultantes (**D.T.P.R.**), (2 mm, 1mm, 0.6 mm, 0.2 mm, 0.1mm et <0.1mm). On calcule ensuite le diamètre moyen pondéral après désagrégation (**MWD**) (valeur comprise entre 0.05 mm et 4 mm). On peut également faire la moyenne des 3 **MWD**, pour avoir une valeur synthétique.

Pour cette méthode, nous pouvons également calculer des indices d'instabilité structurale (**LB**) qui est le rapport entre la fraction fine et la fraction grossière ainsi que la moyenne géométrique de la distribution granulométrique (**GMD**) afin de mieux contrôler l'existence des valeurs aberrantes.

### 4- Exemples d'application de la méthode :

4-1 On a appliqué cette méthode à une série de sols de la plaine de la Mina (13 échantillons de sols) se différenciant les uns des autres par la teneur en carbone organique (Saidi, 1993). Les résultats montrent, d'une part, une bonne relation entre la stabilité et cette teneur en matière organique (figure 1), et d'autre part, une très bonne relation entre les résultats des tests, la structure des sols et leur comportement hydrodynamique (figure 2).

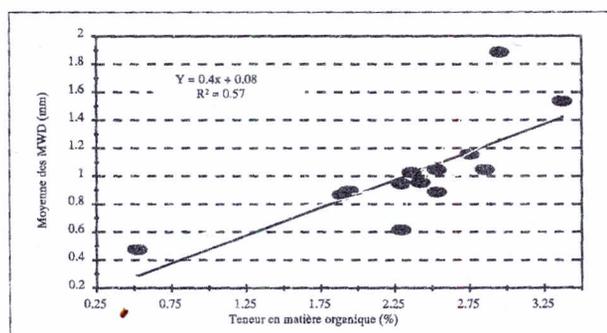


Fig. 1 : Effet de la matière organique sur la stabilité structurale

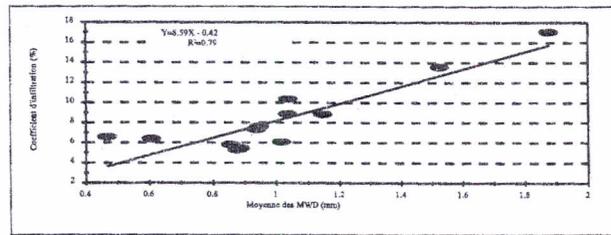


Fig. 2 : Relation entre la stabilité structurale et l'infiltration

La méthode a été appliquée à une série de sols de la plaine de la Mina, pour lesquels on dispose de mesure de l'infiltration sous pluie simulée ainsi que des résultats du test standard. Les coefficients de corrélations calculés entre les différents tests de stabilité donnent des valeurs supérieures aux coefficients de corrélations théoriques à l'exception faite pour le taux du calcaire (Tableau 1). Les variables caractéristiques du sol les plus liées à la stabilité et à l'infiltration sont la matière organique, la salinité et le taux d'argile.

Tableau 1 : L'influence des caractéristiques des sols sur la stabilité structurale. (1)

Paramètres	MWD (mm)	INF (mm/h)
M. O. (%)	0.75 **	0.68 **
Arg. (%)	-0.60 *	-0.65 *
CE (dS/m)	-0.66**	-0.68**
CaCO <sub>3</sub> (%)	0.38 ns	0.46 ns

Tableau 2 : Relation entre l'infiltration et les différents tests de stabilité structurale. (1)

Paramètres	MWD1(mm)	MWD2(mm)	MWD3(mm)	MWD (mm)
INF.(mm/h)	0.89 ***	0.83 ***	0.63 *	0.89 ***

La bonne corrélation obtenue entre l'infiltration et le diamètre moyen pondéral (tableau 2) fait que cette méthode peut faire l'objet d'une bonne estimation de la stabilité structurale. De plus, les mesures de stabilité structurale des trois tests sont toutes corrélées aux mesures de l'infiltration sous pluie simulée avec une meilleure relation durant la première phase de désagrégation.

#### 4-2 Etude de l'effet d'un conditionneur de sol sur la stabilité structurale :

Les conditionneurs de sol sont des substances d'origine organiques ou minérales (souvent de gros polymères de synthèse) agissant, à faible dose sur les propriétés physiques des sols. Ces produits peuvent intervenir sur la stabilité structurale (De Boot, 1972 ; Le

Souder, 1992). Les tests de stabilité structurale proposés ont été mis en œuvre sur un conditionneur de sol appelé (WAC), ce produit, un polymère de polychlorure basique sulfaté d'aluminium, s'est révélé efficace sur le terrain pour retarder la formation des croûtes de battance, (Le Souder, 1992). Son action bien visible porte surtout sur le maintien d'une structure motteuses.

Le conditionneur (liquide miscible à l'eau) a été appliqué par pulvérisation, à l'aide d'un micro pulvérisateur sur un lit d'agrégats calibrés de 3-5 mm séchés à l'air. L'échantillon prélevé de la couche superficielle qui représente l'interface sol-atmosphère, provient d'un sol cultivé de la plaine de la Mina. Il appartient à la classe des sols salsodiques avec une conductivité électrique de 23.6 dS/m et une texture limono-argileuse susceptible de former une croûte de battance. Le produit utilisé est dilué dans la même quantité d'eau (rapport 1/1) soit à la dose de 250 l / ha. Les caractéristiques analytiques sont présentées dans le tableau 3

Tableau 3 : Caractéristiques de l'échantillon de sol

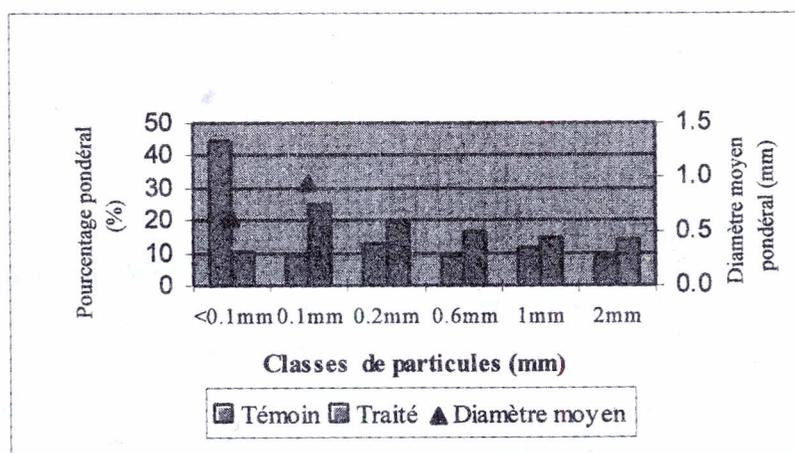
Distribution de la taille des particules (%)					PH	MO %	CaCO <sub>3</sub> %	CE dS/m	ESP %
0-2µm	2-20µm	20-50µm	50-200µm	200-2000µm					
27.3	15.3	32.4	14	11	7.9	1.3	23.8	23.6	21.3

### 1- Désagrégation par éclatement total :

Sur la figure 3, nous pouvons tout d'abord noter que la distribution granulométrique obtenue pour le témoin est caractérisée par une forte proportion des particules les plus fines, avec 45 % de la distribution inférieures à 0.1 mm. Il s'agit bien d'un sol très instable.

Lorsque les agrégats ont été préalablement traités au conditionneur à la dose préconisée, la distribution granulométrique se trouve décalée. Le taux d'éléments fins (ou particules) inférieur à 0.1mm passe à 10 %, alors que le taux d'éléments grossiers (agrégats) supérieur à 2 mm passe de 8 à 14 %. Une augmentation significative de toutes les classes est enregistrée dans les classes supérieures à 0.1mm.

Figure 3 : Influence du conditionneur de sol sur la désagrégation pour le test d'immersion

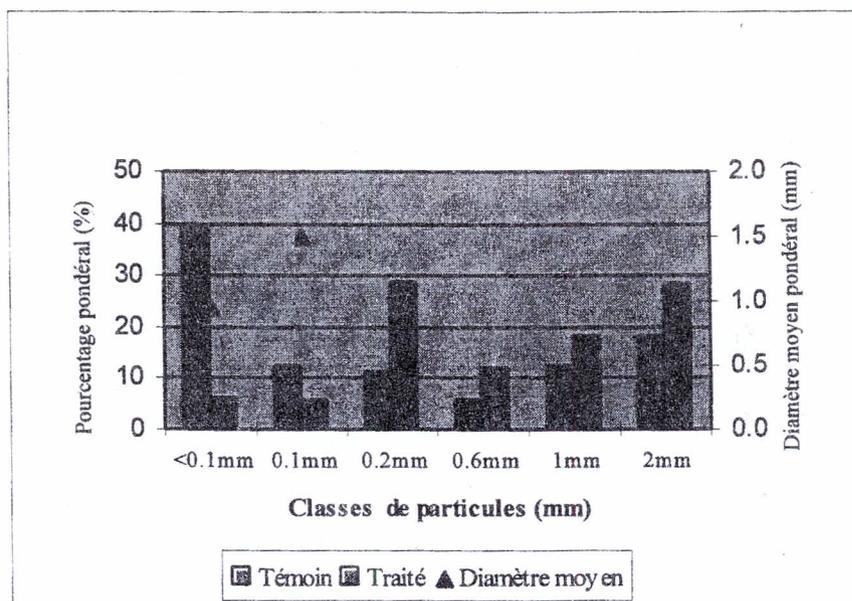


## 2- Désagrégation par énergie mécanique :

L'histogramme de l'échantillon témoin qui est caractérisé par deux fractions dominantes : la fraction inférieure à 0.1mm, avec 40 % et la fraction supérieure à 2mm avec 19 %. Les fractions faibles sont faiblement représentées.(figure 4).

Après prétraitement au conditionneur, le taux d'agrégat résultant supérieur à 2mm est fortement augmenté jusqu'à 29 % de la distribution aux dépens des classes les plus fines.

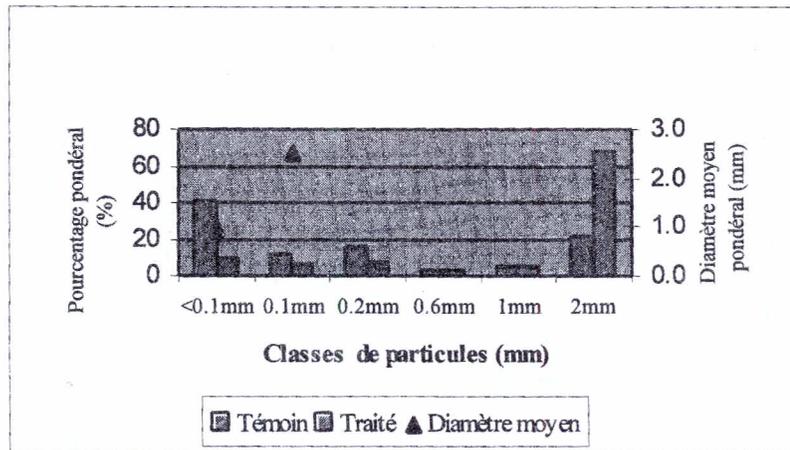
Figure 4 : Influence du conditionneur de sol sur la désagrégation pour le test de désagrégation mécanique



## 3- Effet du conditionneur de sol sur le test de la réhumectation par capillarité :

La distribution granulométrique résultantes (figure 5) du témoin se caractérise tout d'abord par l'importance des classes les plus extrêmes : 41 % de particules résultantes se trouvent dans la classe inférieure à 0.1mm et 22 % des agrégats résiduels se trouve dans la classe supérieure à 2 mm. En ce qui concerne les échantillons ayant reçu le traitement au WAC Les fractions grossières sont fortement élevées : Le taux d'agrégats résultant supérieurs à 2mm passe de 22% pour le témoins à plus de 66 % sur l'échantillon traité.

**Figure 5 :** Influence du conditionneur de sol sur la désagrégation pour le test de réhumectation par capillarité



## 5- Discussion :

1- La matière organique est le paramètre le plus déterminant dans la stabilité structurale. En effet, plus le taux de matière organique augmente, plus l'instabilité structurale diminue. Cette influence est expliquée par le rôle qu'elle joue dans la liaison entre les particules minérales du sol d'une part (Tisdall et Oades, 1982 ; Chenu, 1989) et l'hydrophobicité des surfaces des parois de pores des particules minérales de sol d'autre part, ce qui a pour effet de ralentir la vitesse d'humectation des agrégats et donc de réduire l'éclatement (Jouany et al, 1992).

2- Les résultats montrent que le conditionneur permet d'augmenter la résistance des agrégats vis à vis des tests de désagréations, sans discrimination. Cet effet, est essentiellement dû à la protection de la périphérie des agrégats ayant reçu le traitement lors de la pulvérisation.

Le conditionneur agit en augmentant la cohésion des agrégats et limitant ainsi l'usure exercée lors du test d'agitation mécanique (Saidi, 1993 & 1996). Il permet de ralentir la désagrégation par éclatement. Cette action est due à l'hydrophobie des parois des pores d'accès.

L'effet du conditionneur WAC a été présenté par (Le Souder et al., 1991 & 1995) dans le but de mettre en évidence son efficacité dans le maintien d'une structure motteuse du sol aussi bien sur sol sec lors des pluies violentes (cas des orages) que sur sols humides (pluies hivernales). L'exemple présenté d'application de cette méthode dans ce cas particulier

illustre l'intérêt de l'utilisation des tests et la description de la distribution de la taille des particules résultantes.

## 6- Conclusion :

Du fait du rôle des phénomènes de désagrégation dans la formation des croûtes de battance des sols et le déclenchement de l'érosion, il est raisonnable de penser que la mesure de la stabilité structurale avec une méthode adaptée puisse fournir une bonne estimation de la sensibilité à la battance et de l'érodibilité des sols. La méthode proposée tient compte des différents mécanismes de la désagrégation et des différents paramètres physiques et physico-chimiques de désagrégation et de la sensibilité à l'érosion qui peuvent en résulter. Les résultats présentés illustrent l'intérêt de la méthode utilisée et montre sa validité pour la prédiction du comportement des sols sous pluie vis-à-vis de la dégradation et de l'érosion.

L'objectif d'un test est seulement de fournir une référence de base sur le comportement d'un sol dans les conditions spécifiques, et de permettre des comparaisons entre sols ou l'étude de l'effet d'un paramètre particulier tel que les conditionneurs qui améliorent les propriétés physiques. Les résultats des tests avec l'application du traitement, ont montré que le conditionneur contribue à l'amélioration de la stabilité structurale en limitant la désagrégation.

Un test peut être interpréter lorsqu'il est comparé à d'autres mesures ou observations et c'est la convergence des résultats qui nous permet de juger de sa valeur. Nous avons privilégié les tests possédant la plus grande étendue possible de leurs résultats et les tests rapides tels que les indices d'instabilité pour multiplier les mesures.

Enfin, la stabilité structurale des sols de la plaine de la Mina est sous la dépendance principalement de la matière organique, la conductivité électrique et secondairement de la teneur en argile.

(1) La signification statistique au seuil de 5, 1 et 0.1% est respectivement indiquée par \*, \*\* et \*\*\*.

## 7- Références :

- **AL-DURRAH AL. M., BRADFORD J. M., (1982)** : The mechanic of rain drops splash on soil surface. Soil Sci. Soc. Am. J., 46 pp. 1086 -1096.
- **BOIFFIN J. (1984)** : La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies. Thèse de Docteur ingénieur INAPG 320p & annexe
- **CHENU C., (1989)** : Influence of fungal polysccharide, scleroglucan, on clay microstructures. Soil Biology and Biochemistry, 21,299-305.
- **FARRES P.J., (1987)** : The dynamics of a rainsplash erosion and the role of soil agregate stability. Catena, 14, 119-130.

- **FIES J.C. & PANINI T., (1995)** : Infiltrabilité et caractéristiques physiques de croûtes formées sur massifs d'agrégats initialement, secs ou humides soumis à des pluies simulées. *Agronomie*, 15, 205-220.
- **HAIRSINE P. B. et ROSE C. W., (1991)** : Rainfall detachment and deposition, sediment transport in the absence of flow driven processes. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 55, 320-324.
- **JOUANY C. & CHENU C. & CHASSIN P., (1992)** : Détermination de la mouillabilité des constituants du sol à partir de mesures d'angles de contacts, revue bibliographique. *Science du Sol*, 30, 33-47.
- **HENIN S., MONNIER G. et COMBEAU, (1958)** : Méthode pour l'étude de la stabilité structurale des sols. *Annales Agronomiques*, 9, 73-92.
- **LE BISSONNAIS Y., (1988)** : Analyse des mécanismes de désagrégation et de la mobilisation des particules de terre sous l'action des pluies. Thèse Doct. de science de la terre. Univ. Orléans 196p
- **LE BISSONNAIS Y., BRUAND A. & JAMAGNE M., (1989-1990)** : Etude expérimentale sous pluie simulée de la formation des croûtes superficielles- apport à la notion d'érodibilité des sols. *Cah. ORSTOM, Ser. Pédol*, vol. 27, n°1-2, 31-40.
- **LE BISSONNAIS Y., & LE SOUDER C., (1995)**: Mesurer la stabilité structurale des sols pour évaluer leur sensibilité à la battance et à l'érosion. *Etude et gestion des sols*, 2, 1, 1995, 43-56.
- **LE SOUDER C., (1990)** : Effet d'un conditionneur minéral sur la formation des croûtes superficielles du sol sous l'action des pluies. Mode d'action du conditionneur sur la stabilité. Thèse Doct. INAPG., 181p.
- **LOCH R.J., (1998)** : Aggregate breakdown under rain : its measurement and interpretation. PhD Thesis, University of New England, Armidale.
- **SAIDI D., (1992)** : Etude expérimentale de la stabilité structurale des sols des plaines du Chélif. Thèse Magister, INA, Alger, 140 p.
- **SAIDI D., (1996)** : Effets d'un conditionneur synthétique sur les propriétés physiques des couches de surfaces d'un sol salé de la Mina. *Annales Agronomiques de l'INA*, Vol.17, N° 1&2,
- **SAIDI D., DOUAOUI A., LE BISSONNAIS Y., WALTER C., (1999)** : Sensibilité de la surface des sols des plaines du Chélif à la dégradation structurale. *Etude et Gestion des Sols*, 6, 1, 1999 – pages 15 à 25
- **TISDALL J. M. et OADES J. M., (1982)** : Organic matter and water stable aggregate in soil. *Journal of soil science*, 33, 141- 163.

**AXE II :**  
**PRODUCTION**  
**VEGETALE**

**Thème 1 :**  
**Protection**  
**Phytoprotectrice**

## LES MODIFICATIONS AGRICOLES DANS LE SAHARA ALGERIENS FACE AUX PERILS CRIDIENS

OULD EL HADJ Mohamed Didi

Centre Universitaire de Ouargla, Département d'Agronomie Saharienne, BP 163  
Ouargla 30000, Algérie

**Résumé-** Au Sahara, la promotion d'un système de culture nouveau sur lequel les pouvoirs publics ont concentré leurs efforts: la céréaliculture sous pivot, ou des fermes maraîchères; introduit quelque chose de radicalement nouveau, tant dans le paysage, la technique, que la finalité. L'homme en était réduit à suivre l'eau dans le Sahara, dorénavant, c'est presque l'eau qui est contrainte de jaillir là où il désire la trouver. L'irrigation des terres arides, bouleverse les conditions physiques et transforme radicalement la végétation. Ces oasis sont des îlots écologiques où les conditions de vie sont profondément différentes de celles qui se rencontrent dans le désert environnant. Les cultures sont un objectif tout indiqué aux insectes phytophages nomades et migrants entre autres les Caelifères. Le potentiel de reproduction très élevé chez les acridiens leur permet une pullulation rapide dès qu'ils bénéficient des conditions écologiques propices à leur multiplication, en un lieu donné, ou en des lieux différents qu'ils peuvent suivre à mesure de leur évolution. La présence de *Locusta migratoria* partout au Sahara au niveau des périmètres irrigués n'est pas un fait du hasard. Ce locuste retrouve son biotope favorable. Parallèlement, les zones de mise en valeur de Stah Azzi, Reggane, Aoulef, Tsabit, Baâmar, Mriguen et Aougrouit de la Wilaya d'Adrar au Sahara Central, ont permis aux individus autochtones de *Schistocerca gregaria* de trouver des conditions de développement, de pullulation et de grégarisation, à plusieurs reprises, durant des périodes où la pluviosité fait un défaut notable dans tout le Sahara.

**Mots clés:** Sahara / Acridien / pullulation / irrigation / pivot.

**Summary-**The promotion of a new cultivation's system in the Sahara on which the public's powers have concentrated their efforts: cerealiculture on pivot, or the market ground farms, introduce something which is radically new, in the landscape, the technique and the finality. Man was reduced to follow water in the Sahara, henceforth, it's almost water which is obliged to shoot out where man needs to find it. The arid's ground irrigation overthrow the physical conditions and transform radically the vegetation. These oases are small ecological islands where the life conditions are deeply different of which are founded in the surrounding desert. For the phytophage insects, nomads and migrants, principally the Caelifers, the cultivations are an indicated objective. The very high potential of reproduction of the acridiens permits them rapid multiplication as soon as they found propitious ecological conditions in one area or in different areas that they can follow during their evolution. The presence of *Locusta migratoria* all over the Sahara, in the irrigated areas is not an accident. This locust finds its biotope favorable. Parallely, the developed areas of Stah Azzi, Reggane, Aoulef, Tsabit, Baâmar, Mriguen and Aougrouit of Adrar's wilaya in central Sahara, have permit to autochthon's individual of *Schistocerca gregaria* to find the conditions of their development and their several multiplication during the period when the rain is absent all over the Sahara.

## INTRODUCTION

De nos jours, l'agriculture saharienne est entrée dans une phase nouvelle liée à un contexte nouveau. Des attributions de terre individuelles de 2 à 10 Ha, on est passé à des superficies de 50 à 100 Ha et plus pour des concessions à de grands exploitants ou des groupes. La promotion d'un système de culture nouveau sur lequel les pouvoirs publics algériens ont concentré leurs efforts: la céréaliculture sous pivot a vu le jour. Le paysage est celui de vastes cercles de verdure tranchant sur l'ocre sol du désert.

Or, si l'acridien bénéficie de conditions écologiques propices à sa multiplication en un lieu donné, ou en des lieux différents qu'il peut suivre à mesure de leur évolution, des pullulations sont à craindre. Dans cette zone aride, les îlots de verdure cultivés sont autant de pièges très attractifs pour les acridiens migrants qui y trouvent des conditions physiques et trophiques exceptionnelles à leur survie et à leur multiplication. C'est donc dans le souci de suivre les populations acridiennes en relation avec le milieu saharien que nous avons entrepris cette étude. Notre objectif est bâti autour d'un axe: la phénologie; composante temporelle.

### *L'agriculture au Sahara*

L'agriculture d'oasis a traditionnellement constitué le support des implantations humaines dans cette région. L'oasis peut se définir comme un espace cultivé dans un milieu désertique fortement marqué par l'aridité (COTE, 1992). Elle constitue un écosystème dans lequel l'artificialisation du milieu naturel est très grande. Le palmier dattier est à la base de cette mise en valeur; l'irrigation étant l'autre élément fondamental.

Dans le désert, l'oasis est liée à la présence de l'eau qui rend possible cette vie et ses activités sont constituées par des éléments abiotiques et biotiques. L'éloignement des oasis les unes par rapport aux autres et aussi par rapport au Nord du pays constitue une caractéristique essentielle de l'économie saharienne. L'agriculture saharienne a toutes les caractéristiques d'une agriculture de subsistance. La culture dominante est le palmier dattier, et l'oasis est avant tout une palmeraie dans laquelle, sous les arbres ou au voisinage, sont établies accessoirement des cultures fruitières, maraîchères, fourragères et condimentaires. Une dizaine d'espèces au moins d'arbres fruitiers se rencontrent couramment dans les oasis mais aucune n'y atteint le développement du palmier dattier. Les espèces les plus rencontrées sont: l'abricotier, le pêcher, l'amandier, le pommier, le figuier, l'olivier, le citronnier, l'oranger et la vigne.

De fait, le palmier dattier assure directement une partie de l'alimentation et contribue directement à des conditions de vie de ceux qui habitent les régions de production. On peut même penser que sans le palmier dattier aucune production agricole ne serait possible et qu'en conséquence aucune vie humaine ne pourrait se maintenir au Sahara (VILARDEBO, 1975).

Au Sahara, les oasis inégalement réparties, abritent une population nombreuse dont le tiers vit principalement de l'agriculture. Cette agriculture constitue indéniablement une activité économique de première importance pour les populations locales. Mais il serait erroné de ne lui voir qu'un intérêt local

(BADILLO, 1980). Comparée à la seule production végétale nationale estimée à 7,87 milliards de dinar algériens, elle représente 16,5 % de la valeur de la production totale (ANONYME, 1987). Il s'agit donc d'une contribution tout à fait notable qui fait de l'agriculture saharienne, l'un des sous secteurs importants en valeur de l'agriculture nationale.

### ***L'intensification agricole et le problème acridien au Sahara***

L'une des forces de la politique algérienne au cours de la dernière décennie est d'intensifier l'implantation humaine et économique dans le Sahara. Aujourd'hui l'agriculture saharienne est entrée dans une phase nouvelle, liée à un contexte nouveau. Celui-ci est dû à la conjonction de plusieurs facteurs importants. Or, le pays se trouve actuellement confronté à un problème crucial d'approvisionnement alimentaire. Toute son histoire depuis un siècle n'a fait que traumatiser ses campagnes; son agriculture est malade. L'agriculture algérienne se trouve dans l'impasse totale. D'exportateur le pays est devenu importateur, le taux de couverture alimentaire n'est plus, bon an mal an, que de l'ordre de 30 % (COTE, 1992). Devant le coût des importations alimentaires, et les risques de dépendance politiques qu'elles présentent, les pouvoirs publics se sont alarmés, et on pose l'équation: le potentiel humain et les ressources en eau du Sahara ne peuvent-ils constituer la réponse à ces problèmes aigus posés au pays?

Intérêt porté par l'Etat à l'agriculture saharienne, compte tenu des potentialités naturelles qui existent en eau, superficie agricole, énergie, main d'oeuvre locale et également guidé par le contexte économique du pays. L'Algérie, qui importe pour plus de deux milliards de dollars par an de ses produits alimentaires, a été d'avantage souligné lors du récent périple du premier ministre algérien dans les régions sahariennes en Novembre 1991 (BELGUEDJ, 1992).

L'objectif final est d'arriver à un million d'hectares. Ainsi, dans chaque Wilaya, les superficies réellement mises en valeur sont-elles très inférieures aux superficies attribuées, non. C'est un style nouveau d'agriculture qui apparaît au Sahara, parce qu'elle manifeste le passage d'une situation à une autre:

- De la collectivité villageoise, avec une organisation communautaire et ses droits d'usage, à un système de production industrielle,
- Du paysage d'oasis, concentré et dense à une marquerie d'exploitations disjointes souvent les unes des autres,
- Des techniques millénaires de captage des eaux, variées et ingénieuses, à un technique quasi homogène: motopompe lorsqu'est réalisée par les populations, forages lorsqu'il s'agit d'Etat,
- De l'économie d'autosubsistance relative (avec vente de dattes) à une production destinée de façon beaucoup plus large à la commercialisation, et diversification (palmiers, maraîchage, arboriculture, voire élevage).

Egalement par l'élargissement des surfaces attribuées: des attributions individuelles de 2 à 10 hectares, on est passé à des superficies de 50 à 100 hectares et même plus, pour des concessions à de grandes exploitations ou à des groupes. Enfin, par la promotion d'un système de culture nouveau sur lequel les pouvoirs publics ont concentré leurs efforts: la céréaliculture sous pivot, ou des fermes maraîchères.

Les sahariens sont familiers depuis longtemps de la céréaliculture, puisque beaucoup adjoignaient quelques parcelles de céréales à leurs vergers de palmiers.

Mais les céréales sous pivot, introduisent quelque chose de radicalement nouveau, tant dans leur paysage, leur technique, que leur finalité.

Le paysage est celui de ces vastes cercles de verdure tranchant sur l'ocre désert, que les photos aériennes prises en Arabie ou en Libye ont popularisé. La technique est celle d'un immense bras mécanique, tournant 24 heures autour d'un pivot situé près du forage, et irriguant une seule parcelle et quasiment sans main d'œuvre 10 à 50 et même 100 hectares de céréales. Jusqu'à présent, l'homme en était réduit à suivre l'eau dans le Sahara, dorénavant, c'est presque l'eau qui est contrainte de jaillir là où l'homme désire la trouver. La situation actuelle de l'agriculture oasienne est ainsi partagée entre deux secteurs, traditionnels et anciens, largement influencés par les héritages et les évolutions historiques. Actuellement, environ 200 pivots sont en place dans le Sahara algérien: 90 dans la région d'Adrar, 36 dans celle de Ouargla, 30 dans celle de Guerrara, quelques uns éparpillés, autres que les 17 des deux fermes pilotes.

Telle quelle cette technique flatte l'oeil et frappe l'imagination, par son caractère de modernisme, voire de futurisme. Il est nécessaire cependant d'essayer d'en cerner les tenants et les aboutissants. L'irrigation des terres arides, bouleverse les conditions physiques et transforme radicalement la végétation, ce qui ne peut manquer d'entraîner de profondes modifications du peuplement entomologique. L'herbe qu'il trouve sur les terres irriguées lui permettent de survivre pendant la période sèche. Ces oasis sont des îlots écologiques où les conditions de vie sont profondément différentes de celles qui se rencontrent dans le désert environnant. Un des risques particuliers auxquels sont exposées les cultures des oasis est qu'elles sont un objectif tout indiqué pour les insectes nomades et migrants, tels que le criquet pèlerin, dont les essaims s'y abattent fréquemment.

L'expérience récente donne à penser que les zones exposées aux déprédations des acridiens deviennent plus nombreuses avec l'intensification des surfaces mises en culture (ANONYME, 1987). Les cultures sèches rendues possibles en saison sèche par apport localisé d'eau d'irrigation, sont inscrites dans un contexte aride. L'homme crée un site privilégié où le maintien d'une végétation turgescence est possible alors qu'à la périphérie, les plantes sauvages sont réduites à l'état de chaume ou sont fanées. Il se forme donc un effet d'oasis qui a pour conséquence de permettre aux acridiens en place de continuer à prospérer à un moment de l'année où les effectifs auraient dû être limités par suite des conditions d'environnement sévères, à savoir la sécheresse et l'appauvrissement alimentaire (DURANTON et LAUNOIS, 1979). Les vols nocturnes des acridiens nuisibles doivent jouer un rôle important dans l'invasion des cultures.

Au Sahara, toute modification de l'environnement floristique, naturelle ou provoquée, temporaire ou permanente, superficielle ou profonde, change une ou plusieurs de ces composantes du problème acridien. Elle influe sur les risques de dégâts au niveau des cultures, surtout dans un milieu où le facteur limitant demeure l'eau. L'augmentation du taux de multiplication dans un site est due à des conditions favorables, proches de l'optimum écologique de l'espèce, à la disparition d'un ou de plusieurs facteurs de destruction, ou encore à la colonisation d'un nouveau biotope favorable de création récente (DURANTON et al., 1987). Le potentiel de reproduction très élevé chez les acridiens leur permet une pullulation rapide dès qu'ils bénéficient d'un environnement favorable. Si une espèce dangereuse retrouve des conditions écologiques propices à sa

multiplication, en un lieu donné, ou en des lieux différents qu'elle peut suivre à mesure de leur évolution, des pullulations sont à craindre. A cet effet, la présence de *Locusta migratoria* partout au Sahara au niveau des périmètres irrigués n'est pas un fait du hasard. Ce locuste retrouve son biotope favorable. C'est le cas du criquet pèlerin dans la région d'Adrar, où le développement de l'agriculture a permis aux individus autochtones de trouver des conditions de développement et de pullulation à plusieurs reprises.

Ces dernières années, cette région a subi des attaques fréquentes du criquet du désert, mais aussi des pullulations non négligeables du criquet migrateur attirant de plus en plus l'attention des organismes concernés de lutte antiacridienne. En 1995, malgré le déficit pluviométrique notable dans tout le Sahara, dans cette Wilaya, on a assisté à des fortes concentrations de *S. gregaria*. Ces pullulations ont lieu dans les zones de mise en valeur de Stah Azzi, Reggane, Aoulef, Tsabit, Baâmar, Mriguen et Aougrou. L'endroit le plus infesté dans cette région était la zone de Zaouiet Kounta (Plateau de Stah Azzi). Cette partie englobait 45 pivots de céréales; elle représente à elle seule 60 % des surfaces de cultures maraîchères de plein champ et de plasticulture de la Wilaya. Une fois les céréales arrivées à terme de maturation, et que les pivots ont cessé toute irrigation, des populations très denses quittent les lieux à leur stade d'évolution le plus vorace (L<sub>3</sub> et L<sub>4</sub>) à la recherche d'une alimentation verte et abondante. Elles se rabattent systématiquement sur les cultures maraîchères pratiquées aux alentours des pivots et sur la plasticulture y provoquant des dégâts assez remarquables.

Du 17 Février au 11 Juillet 1995, d'après les services de protection des végétaux de la Wilaya d'Adrar, plus de 10 550 hectares ont été traités à cet effet (Tableau N °1).

**Tableau N° 1: Bilan de la campagne de lutte antiacridienne pour l'année 1995 dans la wilaya d'Adrar**

Mois	Superficie attaquée (Ha)	Superficie traitée (Ha)	Produits utilisés (litres)		Remarques
			Malathion	Diazinon	
Février	263	308	49	374	Adultes 3 à 5 / m <sup>2</sup>
Mars	2004	1702	50,50	1707	Adultes de 10 à 15 / m <sup>2</sup> , Accouplement 40 à 80%, ponte 10 à 15%
Avril	350,10	231		247	Premier cas d'éclosion le 13/04/95 à Fénoughil zone de Baâmar
Mai	3416,45	35154		3448	Regroupement d'immatures
Juin	3558	3542		07	Insectes en mue
Juillet	07	07		965,50	
Traitement par pulvérisation manuel		916,60		872,70	Traitement avec Pulvérisateur manuel

Source: INPV - Adrar ( 1995 )

Profitant des courants aériens favorables, des ailés ont pu gagner les pivots de Gassi Touil et Ferge Baguel au Sud Est de Ouargla entre le 13 et le 23 février, créant la panique générale. Une fois sur les lieux, les femelles commencent tout d'abord par rechercher des sites idéal pour déposer leurs œufs. Elles semblent être attirées par la périphérie des pivots. Dans ses parties, le sol était couvert de criquets en accouplement, ou des femelles en ponte. Par le même processus tous les périmètres irrigués de l'Oued Righ dans le Sahara septentrional ont été envahis. Dans cet Oued, l'invasion a été suivie par des pontes et des éclosions. Deux mois durant les équipes de prospection ont eu à lutter contre les bandes larvaires avant d'en arriver à bout.

En suivant l'orientation dans le temps des courants aériens dans le Sahara, Adrar peut constituer un point de départ continu d'une invasion générale pour le Sahara septentrional, les hauts plateaux et une partie du Sahara central.

Il est cependant évident que toutes les espèces d'insectes phytophages ont dû à l'origine vivre sur les plantes sauvages, et n'attaquer qu'ensuite les plantes

cultivées, certains d'entre eux finissent d'ailleurs par préférer ces derniers (UVAROV, 1962). Le rapport entre les espèces d'insectes vivant dans un habitat naturel et celles que l'on trouve sur les plantes cultivées est particulièrement plus illustré par les insectes graminivores. Les acridiens fournissent un excellent exemple, d'un type d'insecte adapté à la vie dans l'herbe mais qui attaque les cultures céréalières dès que l'occasion s'en présente. Cela s'est produit au Soudan, quand la culture mécanisée du sorgho, introduite dans les savanes peuplées d'un grand nombre d'espèces indigènes de sauterelles. Des exemples analogues ont été signalés en Australie, en Union Soviétique (UVAROV, 1962) et en Amérique du Nord. Dans les steppes et les semi-déserts avoisinant la mer Caspienne, la mise en culture a profondément modifié la faune de sauterelles, qui sont devenues un sérieux danger pour l'agriculture dans la région où les champs de céréales alternent avec les pâturages. C'est le cas dans le Sahara algérien, dont l'exemple est illustré par la mise en valeur des terres arides de la Wilaya d'Adrar.

De même, suite à la modification de l'agroécologie par une intensification agricole, diverses manifestations acridiennes ont marqué les deux dernières décennies dans la partie septentrionale du continent africain. En 1975 les pullulations des sauteriaux sont notées en Afrique de l'Ouest. Dix ans plus tard, en 1985, nous assistons à une recrudescence des criquets au niveau de l'ensemble du territoire sahélien. La réapparition des criquets bruns, nomades, migrants et pèlerin en 1986, a fini par placer au premier plan de l'actualité, ce fléau.

Les Sauteriaux sont des acridiens non gregariaptés, qui, à la suite d'un déséquilibre biotique telle qu'une sécheresse prolongée, pullulent d'une façon très intense. Beaucoup d'entre eux occasionnent alors des dégâts presque aussi importants que ceux causés par les sauterelles. Le dessèchement très rapide des plantes herbacées dans le Sahara provoque un repli des sauteriaux vers les jardins maraîchers et les périmètres irrigués où les cultures sont encore vertes. Les premières infiltrations sont minimales puis sous la contrainte du milieu, les infiltrations deviennent de plus en plus importantes; de même que les dégâts.

Notons qu'une pluviosité abondante et régulière, ou un apport constant d'eau d'irrigation dans cette zone aride, favorisent l'apparition de spécialisation et d'adaptation plus poussées chez l'acridien en raison de la constance des ressources alimentaires. En plus les changements de méthodes culturales, l'introduction de nouvelles variétés cultivées, la création et l'extension de périmètres irrigués, la généralisation de la mécanisation, peuvent provoquer la prolifération de certains sauteriaux. De même, l'homme cultivateur, intervient en abandonnant un terrain fertile à la jachère, jouant un rôle d'éponge au moment des chutes accidentelles de pluies (phénomène très fréquent au Sahara). Les sols travaillés et aérés laissent, l'eau s'infiltrer avant de la retenir tandis qu'aux alentours, sur la terre tassée l'eau ruisselle et va se perdre au loin (DOUMANDJI et al., 1994). Une végétation comprenant une importante proportion de graminées, s'y installe. Cette végétation peut exister en peuplement dense et donner bientôt asile à des criquets. C'est un processus courant au niveau des périmètres irrigués en jachère dans le Sahara central et septentrional méritant une grande attention.

### **Prévention antiacridienne au Sahara**

Certes l'histoire nous a laissé le souvenir des invasions et des dégâts de la sauterelle pèlerine, subis par l'agriculture saharienne. Les cultures sont rendues déjà difficiles et limitées aux endroits privilégiés par la présence de l'eau. L'intérêt réservé aux ravageurs ne doit pas se limiter aux seules sauterelles, mais mérite d'être élargi aux sauteriaux. Ces insectes sont considérés comme d'importance secondaire et peu nuisibles aux cultures. Leurs manifestations sont insignifiantes ou méconnues. Au Sahel, depuis une dizaine d'années, on constate un accroissement notable des populations de sauteriaux, accompagné de pullulation, de grégarisation et parfois de migration chez certaines espèces (POPOV, 1975; LECOQ, 1978, N'DIAYE, 1988).

Au Sahara, les espèces acridiennes susceptibles de revêtir une importance économique par l'ampleur des dégâts qu'elles peuvent occasionner aux cultures demeurent: *Schistocerca gregaria*, *Oedaleus senegalensis*, *Sphingonotus rubescens*, *Poeciloceris bufonius hierglyphicus*, *Acrotylus patruelis* et *Pyrgomorpha cognata* (OULD EL HADJ, 1992).

*O. senegalensis* est signalé sur tout le Sahara (CHOPARD, 1943; TARAI, 1991; OULD EL HADJ, 1992, ILLIASSOU, 1994; KOURI, 1995). Cette espèce fréquente les zones humides, généralement les palmeraies, les jardins irrigués et les périmètres irrigués, mais aussi le lit des oueds marqués par une végétation abondante (OULD EL HADJ, 1992). Le criquet sénégalais, appartenait jusqu'à présent à la catégorie des sauteriaux, c'est à dire des acridiens ne présentant pas ou peu de sensibilité phasaire, même si des pullulations très importantes peuvent se produire certaines années. Or, en 1974/1975 et de nouveau en 1986, on a pu voir apparaître quelques signes de grégarisation. Rappelons que si le criquet pèlerin n'est entièrement résistant à la sécheresse à aucun moment de ses stades de développement, *O. senegalensis* pour se protéger contre une dessiccation extrême dispose d'une diapause des oeufs.

*Sphingonotus rubescens* est une espèce qui se retrouve toujours en faible densité. En 1986, cette espèce a pullulé dans la région de Ghardaïa et a causé d'importants dégâts aux pâturages (CHARA, 1987). Alors qu'en 1987, *Poeciloceris bufonius hierglyphicus* a fait parler d'elle à cause de ses dégâts sur cucurbitacées dans la vallée de l'Oued Tinzaouatin. L'importance des dégâts était telle que les services de protection de végétaux ont été mobilisés pour venir à bout de ce acridien arboricole.

*Locusta migratoria migratorioides*, signalée pour la première fois dans le Sahara au-delà du 20<sup>ème</sup> parallèle Nord par OULD EL HADJ (1992, s'est installée partout dans cette zone aride, où elle retrouve son biotope favorable au niveau des périmètres irrigués. Cette espèce préfère les milieux humides et évite les milieux secs, ainsi nous ne l'avons jamais observé dans les lits d'oued. D'après CHEVALIER (1932), elle vit dans une zone allant depuis la forêt dense qui borde le Golfe de Guinée jusqu'au Sahara, mais on ne l'a jamais observée au Sahara au-delà du 20<sup>ème</sup> parallèle Nord. Pour le même auteur, est totalement inconnue dans le Sahara algérien. DURANTON et all. (1987) note que *Locusta migratoria migratorioides* vit à l'état solitaire dans tous les pays d'Afrique au Sud du Sahara, à l'exception des régions équatoriales.

Au Sahara, de nos jours deux espèces de sauterelles grégariaptés, *Schistocerca gregaria* et *Locusta migratoria migratorioïdes* sont à redouter. Contre la première espèce de gros efforts financiers nationaux et internationaux pour la surveillance, les prospections et la lutte sont déployées couramment dans de vastes zones arides contrairement à la seconde espèce. Pourtant, depuis plusieurs années, *Locusta migratoria* retient notre attention dans les wilayas d'Adrar, de Ouargla et de Tamarasset où cette espèce demeure constamment dangereuse pour les cultures. Cette espèce ne s'est jamais manifestée à l'état grégaire au Nord du Sahara (CHOPARD, 1943). Cependant au Sahara, elle a retrouvé des zones favorables pour pulluler. Notons qu'en mi-October 1997, cet acridien a été à la une de la presse à cause de ses récentes pullulations à Madagascar, ceci malgré la lutte préventive contre ce ravageur. En ce qui concerne le criquet migrateur d'Afrique un phénomène nouveau et inquiétant est la fréquence de la formation d'essaims, hors de la région habituelle, où la lutte préventive est organisée, et surtout dans les cultures ou à proximité de celles-ci. Les cultures du sorgho et du maïs au Sahara central offrent aux individus adultes un important moyen de subsister pendant toute la saison sèche, alors qu'ils ne retrouvent plus d'herbes sauvages pour se nourrir.

En plus, dans cette zone aride, les îlots de verdure cultivés en monoculture (Graminées) sont autant de pièges très attractifs pour les acridiens migrants qui y trouvent des conditions physiques et trophiques exceptionnelles favorables à leur survie et à leur multiplication. Après la récolte, la végétation de ces milieux constitue un biotope de survie pour les acridiens d'importance économique. Suite, à un accident climatique: pluies accidentelles et abondantes, la régénération du pâturage de ces milieux artificiels, offre aux criquets une alimentation et une nature du sol, qui leur permettent d'effectuer leur maturation sexuelle, une production d'oeufs suffisante et une ponte. A cause de leur isolement, il arrive que des foyers de pullulation ne soient pas découverts. Une importante infestation de ces îlots de verdure due à *S. grégaire* peut faire qu'elles soient les principales zones de reproduction de cette espèce à une époque de l'année. Au cours de ces dernières années, nous avons pu constater, que toutes les invasions du criquet du désert qu'à connu le Sahara Septentrional, sont parties des pivots du Sahara Central. Mais leur structure générale trop homogène empêche des phénomènes de transformation de base pour les biotopes de grégarisation.

**Conclusion:** Les problèmes du Sahara ont leurs premières origines dans un déséquilibre entre les ressources en eau et les besoins. Les ressources en eau dépendent du bilan hydrique qui est gouverné lui-même par le facteur climatologique qui influence la pluviosité et l'évaporation. C'est un milieu où la sévérité des agressions vient limiter le développement de la vie. Les relations entre les êtres vivants et leur environnement saharien, restent une adaptation sans cesse remise en cause face à des forces hostiles, où l'on ne subsiste qu'à la limite de l'impossible.

Cependant, l'apport d'eau d'irrigation a permis en plus de *S. gregaria*, l'espèce le plus redoutable; des pullulations d'autres espèces d'importance secondaire. De même des espèces appartenant à la zone soudano-sahélienne ont retrouvé leur biotope favorable.

Les progrès que l'Algérie veut accomplir en vue d'accélérer son expansion agricole saharienne, dépendent donc d'une manière cruciale des succès qu'elle remportera dans la lutte contre certaines espèces d'acridiens, bien adaptées aux modifications de l'espace agricole.

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1987. Développement et sauvegarde de l'agriculture algérienne. Projet d'appui pour la définition d'une stratégie et d'un programme d'action. Ed. PNUD, Alger, 6p.
- BELGUEDJ M., 1992. Le développement agricole dans la région des Ziban (Biskra, Algérie). Thèse DEA, Univ. de Tours, France, pp. 1-3.
- CHARA B. 1987. Etude comparée de la biologie et de l'écologie de *Calliptamus barbarus* (Costa, 1836) et *Calliptamus watterwyllianus* (Pantel, 1896) (*Orthoptera, Acrididae*) dans l'Ouest algérien. Th. Doc. Ing. Ecol., Univ. de Marseille, 190 p.
- CHEVALIER A., 1932. Les productions végétales au Sahara. Rev. Biol. Appli. et Agr. Trop., France, 139 p.
- CHOPARD L., 1943. Orthoptéroïdes de l'Afrique du Nord. Faune de l'empire français. Ed. Librairie Larose, Paris, 447 p.
- COTE M., 1992. Espoir et menace sur le Sahara. Les formes récentes de mise en valeur agricole. 8<sup>ème</sup> session, du 11 au 20 Avril 1992, Ghardaia, 17 p.
- BADILLO D., 1980. Stratégie agro-alimentaire pour l'Algérie. Ed. Edisud, Paris, 348p.
- DURANTON J. H. et LAUNOIS LUONG M., 1979. Conséquences acridiennes des aménagements dans le Sahel. Ed. Prifas, marché trop., France, pp. 2497-2499.
- DURANTON J. H. ET All., 1987. Guide antiacridien du Sahel. Ed. Laboureur et Cie, France, 347p.
- DOUMANDJI S. et DOUMANDJI-MITTICHE B., 1994. Criquets et sauterelles (Acridologie). Ed. OPU, Alger, 99 p.
- ILLIASSOU A., 1994. Bioécologie des sauterelles et des sautériaux de quatre stations d'étude dans la cuvette de Ouargla. Mémoire Ing. Agro., INFS/AS, Ouargla, 68 p.
- KOURI B. K., 1995. Bioécologie des Orthoptères dans la cuvette de Ouargla. Mémoire Ing. Agro. Sah., INFS/AS, Ouargla, 78p.
- LECOQ M., 1974. Rapport des visites d'expert conseil au Mali et dans le bassin du lac Tchad. Ed. FAO, Rome, 32p.
- N'DIAYE A., 1988. Les acridiens et la lutte antiacridienne en Afrique. Ed. FAO, Dakar, 5 p.
- OULD EL HADJ M. D., 1992. Bioécologie des sauterelles et des sauteriaux dans trois zones d'étude au Sahara. Thèse Mag., INA, El harrach, Alger, 85 p.
- POPOV H., 1975. Pullulation des sauteriaux en Afrique durant l'année 1974. Doc. O.CLALAV, Dakar, 6 p.

- TARAI N., 1991. Contribution à l'étude de la biécologie des peuplements orthoptérologiques dans la région de Biskra et régime alimentaire de *Aiolopus thalassinus* (FABRICUS, 1781). Mém. Ing. Agro., INA, El Harrach, 65 p.
- UVAROV B. P. et all., 1962. Les problèmes de la zone aride. Ed. UNESCO, Paris, pp. 255-263.
- VILARDEBO A., 1975. Enquête-diagnostic sur les problèmes phytosanitaires entomologiques dans les palmeraies de dattier du Sud-Est algériens. Bull. Agro. Sah., vol. 1, N° 3, pp 1-27.

## Effet de quelques plantes cultivées et spontanées sur la mortalité et l'éclosion des *Meloidogyne sp.*

O. DJERROUDI., A. EDDOUD & M. KELLILI

Institut d'Agronomie Saharienne  
Centre Universitaire de Ouargla

Les cultures maraîchères sous abris serre et en plein champ sont attaquées par un nombre élevé d'ennemis, parmi eux, les nématodes phytoparasites qui constituent un problème important et sont d'autant plus graves qu'il est assez coûteux de s'en débarrasser.

L'effet des extraits aqueux à partir de plantes cultivées et spontanées a été testé vis-à-vis des *Meloidogyne sp.* Les résultats obtenus montrent que les *Meloidogyne* se comportent différemment vis-à-vis des extraits des plantes. Ces données révèlent que le taux d'inhibition de l'éclosion augmente à mesure que la concentration de la solution est élevée. Ainsi, parmi les plantes testées, ce sont les extraits foliaires et racinaires de *Punica granatum* qui ont permis une forte inhibition de l'éclosion et les taux obtenus sont respectivement de 91.72% et 90.34% après huit (08) jours d'exposition.

Concernant l'effet de ces plantes sur la mortalité des juvéniles, cette dernière montre une augmentation en fonction du temps d'exposition et de la concentration. Elle atteint 71.23% et 70% respectivement pour les extraits foliaires et racinaires du *Punica granatum* au bout de 72 heures d'exposition.

**Mots clés :** Extraits des plantes - Potentiel d'éclosion - Mortalité - *Meloidogyne sp.* - Lutte

### أثر بعض النباتات المزروعة و الطبيعية

#### على موت و تفقص *Meloidogyne*

تتعرض زراعة الخضروات المحمية و الحقلية لعدد كبير من الهجومات من الاعداء، من بين هؤلاء نجد الديدان الخيطية التي

تتطفل على النباتات و التي تمثل مشكلة هامة و يتجلى هذا الخطر في أن التخلص منها يتكلف ثمنا باهضا. جرب أثر المستخلصات المائية لنباتات المزروعة و الطبيعية على *Meloidogyne sp.* و أظهرت النتائج المحصل عليها أن *Meloidogyne sp.* تتفاعل بطريقة مختلفة مع المستخلصات النباتية، هذه المعطيات تبين أن نسبة منع التفقص تتصاعد مع تركيز المحلول.

و من تم من بين النباتات المجربة، مكنت المستخلصات الورقية و الجذرية لـ *Punica granatum* منعاً عالياً للتفقص و النسبة المحصل عليها كانت على التوالي 91،72% و 90،34% و هذا بعد 08 أيام من التعرض للمستخلصات.

فيما يخص أثر هذه النباتات على موت اليرقات الفتية، تبين أن هذه الأخيرة تتصاعد مع وقت التعرض و التركيز.

بلغت نسبة موت اليرقات الفتية 71،23% و 70% على التوالي بالنسبة للمستخلصات الورقية و الجذرية لـ *Punica granatum* و هذا بعد 72 ساعة من التعرض للمستخلصات.

**الكلمات المفتاحية :** مستخلصات النباتات، قدرة التفقص، موت *Meloidogyne* مقاومة.

## Introduction

Les *Meloidogyne* sont des nématodes à galles et parasites bien connus des agriculteurs à cause des déformations qu'ils provoquent au niveau des racines.

Ces nématodes sont très répandus dans le monde notamment en zone intertropicale, dans les régions tempérées ainsi qu'en Europe (Ritter, 1971). En Algérie, ils provoquent des dégâts considérables sur les cultures maraîchères aussi bien en plein champ que sous serre (Lamberti et al, 1975); ainsi 65% des serres sont infestées dans le littoral et les plaines intérieures (Mokabli, 1988) ; 87.68% dans la région de Ouargla et 54.87% à Adrar (Nadji, 1991).

Tous les moyens de lutte utilisés contre ces ravageurs présentent des avantages et des inconvénients ; à savoir les moyens culturaux (utilisation des variétés résistantes, longues jachères), les moyens physiques tels que la solarisation du sol ..., les moyens biologiques (utilisation des champignons prédateurs et ovocides...) et enfin la méthode chimique qui consiste à désinfecter les sols contaminés à l'aide de produits chimiques, qui demeure la plus utilisée malgré son coût élevé et les problèmes qui surgissent après son utilisation à savoir la toxicité vis-à-vis de l'homme et l'environnement, s'expliquant par l'accumulation des résidus toxiques au niveau des récoltes.

Pour faire face à cette situation, de nouvelles recherches ont été conduites dans différents pays du monde (Amérique latine, Inde, Afrique du Sud) qui consistent à exploiter les toxines nématocides qui sont sécrétées par certains micro-organismes et certaines plantes à vertus nématocides (Caryol et al., 1992). Et récemment en Algérie, quelques plantes ont fait l'objet de travaux, et ont montré une certaine efficacité contre les *Meloidogyne*, nous citons *Ricinus communis*, *Tagetes patula*, *T. minuta*, *T. erecta*, *Crotalaria saharae* (Sellami & Mouffareh, 1994); et *Ricinus communis* (Zemmouri, 1996) et de (Laroum, 1997).

Ces dernières sont introduites dans les rotations en précédant cultural ou comme engrais verts nématocides ou en association avec la culture sensible et encore sous forme de préparation à base de broyat ou d'extraits qui sont incorporés aux sols cultivés et comme engrais vert (Alam et al., 1980; Antonio et Neumanier, 1986).

C'est dans cet objectif, que s'inscrit notre travail préliminaire pour tester l'effet des extraits aqueux de certaines plantes, sur la mortalité et l'éclosion des *Meloidogyne sp.*

## Matériels et méthodes

Afin de mettre en évidence l'éventuel effet nématocide, certaines plantes cultivées, *Punica granatum* (Punicacées), *Arachis hypogaea* (Légumineuses) et *Lawsonia inermis* (Lythracées) et spontanée *Nerium oleander* (Apocynacées) ont été utilisées pour la préparation des extraits durant notre expérimentation.

Les solutions aqueuses ont été extraites à partir de l'organe utilisé après broyage de celui-ci dans de l'eau distillée à une concentration de 25 % (S). La solution obtenue est filtrée puis centrifugée.

Pour connaître l'effet ~~des~~ de ces extraits sur la mortalité des juvéniles, nous avons placé 100 L2 âgées de 48 heures dans des boîtes de pétri, contenant chacune 5 ml de la solution biologique à des concentrations S, S/2 et S/5 et dans de l'eau distillée pour le témoin. Trois répétitions ont été réalisées pour chaque traitement et le comptage des larves mortes s'est effectué après 12, 24, 48 et 72 heures.

L'action des extraits sur l'éclosion des œufs a été étudiée en plaçant une masse d'œufs prélevée des racines infestées dans des boîtes de pétri contenant 5 ml de chaque solution à des concentrations S, S/2 et S/5 et de l'eau distillée comme témoin. Ces boîtes sont placées dans une étuve à une température de 30°C (Laroum, 1997). Nous avons effectué cinq répétitions pour chaque traitement, le comptage de larves écloses a été effectué une semaine après.

## Résultats et discussion

L'analyse des résultats obtenus pour les extraits aqueux des plantes testées qui sont consignés dans le tableau n°1, montre que celles-ci ne réagissent pas de la même façon vis à vis des *Meloidogyne sp.*

Plus la concentration est importante plus l'éclosion des œufs est faible. Ainsi, on note un effet inhibiteur de la solution vis-à-vis de l'éclosion des œufs de *Meloidogyne sp.* Le taux d'inhibition le plus élevé est enregistré pour les extraits foliaires et racinaires de *Punica granatum* qui sont respectivement de 91.72% et 90.33% et pour les extraits foliaires de

*Lawsonia inermis* 88.28% et aussi pour les extraits foliaires et des fleurs du *Nerium oleander* 85.07%, 81.25 après (08) jours d'exposition pour la solution (S).

Tableau n°1: Effet des extraits aqueux de quelques plantes sur l'éclosion de *Meloidogyne sp*

Plantes testées	Nombre moyen de larves éclos après 8 jours			% d'inhibition par rapport au témoin		
	S	S/2	S/5	S	S/2	S/5
<i>Nerium oleander</i>						
- Fleurs	18.75	27.59	35.62	81.25	72.41	64.38
Feuilles	14.93	19.31	24.14	85.07	80.69	75.86
- Racines	34.48	35.62	44.83	65.52	64.38	55.17
<i>Lawsonia inermis</i>						
Feuilles	11.72	15.86	40.00	88.28	84.14	60.00
Racines	17.93	20.69	23.45	82.07	79.31	76.55
<i>Punica granatum</i>						
Feuilles	8.29	19.31	23.45	91.72	80.69	76.55
Racines	9.66	13.79	20.34	90.34	86.21	79.66
<i>Arachis hypogaea</i>						
Feuilles	24.14	27.59	34.48	75.86	72.41	65.52
- Racines	24.14	31.03	41.38	75.86	68.97	52.62
Témoin (eau distillée)	100.00	100.00	100.00	----	----	----

S = solution standard préparée en dissolvant 25 g de l'organe macéré dans 100 ml d'eau distillée.

Les extraits des autres espèces ont aussi un effet non négligeable, les taux sont respectivement de 75.86%, 75.86%, 65.52% pour les extraits racinaires et foliaires de *Arachis hypogaea* et les extraits racinaires du *Nerium oleander*.

Concernant l'effet des mêmes extraits sur la mortalité de *Meloidogyne sp.* les données sont portées dans le tableau n°2. Les résultats montrent que le pourcentage de mortalité des juvéniles de *Meloidogyne sp.* est élevé au fur et à mesure que la concentration de la solution et la période d'exposition augmentent. Les taux de mortalité les plus élevés sont obtenus avec la solution standard (S).

Le pourcentage le plus élevé est noté chez *Punica granatum* 71.23 et 70% suivit de l'extrait foliaire de *Lawsonia inermis* 69.81% et de l'extrait de racine de l'*Arachis hypogaea*, 69.63% après une période d'exposition de 72 heures. *Nerium oleander* présente le taux de mortalité le plus élevé pour les extraits foliaires (64.24%) et le plus faible pour les autres organes. A de faibles concentrations, c'est toujours les mêmes espèces qui ont une forte action sur la mortalité. Cette mortalité est probablement due aux composés toxiques qui existent au niveau de ces plantes.

Les travaux effectués dans ce sens ont été signalés par Ahmad et al (1990) et Ahmad Karim (1991), ils rapportent que le taux de mortalité des juvéniles augmente avec l'augmentation de la concentration de la solution, et notent un taux de mortalité de *Meloidogyne javanica* de 100% pour l'extrait de fleurs de *Punica granatum*, et de 100% pour les extraits de feuilles et de l'écorce du *Nerium indicum* avec la concentration élevée (S) après 48 heures d'exposition. De même, Subrananiyan et Sivagami (1990) enregistrent une diminution de l'éclosion et de la mortalité de *Meloidogyne incognita* à partir des extraits racinaires et foliaires de *Crotalaria spectabilis* et enfin Sellami et Mouffarah (1994) enregistrent un pourcentage d'inhibition de 56.67% avec la concentration (S/2) après une semaine d'exposition, et un taux de mortalité des juvéniles de 95% dans l'extrait foliaire de *Ricinus communis*..

**Tableau n°2:** Effet des extraits aqueux de quelques plantes sur la mortalité des juvéniles de *Meloidogyne sp.*

Plantes testées	Temps d'exposition (Heures)	Pourcentage de mortalité à différentes Concentrations		
		S	S/2	S/5
<i>Nerium oleander</i> (fleurs)  (Feuilles)  (Racines)	12	5.88	1.94	1.83
	24	15.70	14.10	11.06
	48	33.34	23.52	15.33
	72	48.04	40.19	30.66
	12	13.00	10.09	10.13
	24	41.12	38.66	24.06
	48	63.34	51.93	39.81
	72	64.24	60.19	43.76
	12	05.11	2.04	01.58
	24	15.70	13.51	09.00
	48	25.49	28.70	21.06
	72	48.08	38.88	34.11
<i>Lawsonia inermis</i> (feuilles)  (racines)	12	18.00	16.13	16.32
	24	21.12	19.41	17.66
	48	40.24	31.00	29.00
	72	69.81	48.30	36.00
	12	21.92	28.38	19.14
	24	26.65	24.92	21.32
	48	34.62	31.62	31.71
	72	58.56	57.80	56.56
<i>Punica granatum</i> (feuilles)  (racines)	12	14.00	13.13	13.41
	24	29.12	28.13	26.16
	48	45.18	41.24	39.18
	72	71.23	68.16	65.66
	12	18.24	18.25	17.15
	24	31.83	29.24	27.33
	48	45.63	42.31	42.21
	72	70.00	67.12	64.66
<i>Arachis hypogaea</i> (feuilles)  (racines)	12	7.18	6.21	6.20
	24	18.73	16.66	14.46
	48	21.33	19.71	19.84
	72	32.66	28.12	27.14
	12	18.93	17.44	16.31
	24	26.18	21.18	24.24
	48	41.14	40.66	38.48
	72	69.63	68.13	51.29
Témoin (eau distillée)	12	00	00	00
	24	00	00	00
	48	00	00	00
	72	03	01	01

## Conclusion

A la lumière des résultats obtenus, ces espèces *P. granatum* et *L. inermis* peuvent être considérées comme plantes à vertus nématicides du fait qu'elles ont permis un taux de mortalité et d'inhibition de l'éclosion très appréciable de *Meloidogyne* sp. (originaire de Ouargla). Néanmoins, nous ne pouvons confirmer ceci que par des travaux plus approfondis qui doivent être menés sur terrain, en incorporant ces deux plantes: soit comme engrais verts soit en solution incorporée au sol cultivé; et encore développer des études visant la recherche de la (ou des) molécule (s) toxique (s) aux nématodes contenue (s) dans la plante.

## Bibliographie:

- Ahmad M.U., Karim M.R., 1990. Effect of some indigenous plant extracts on Juvenile Mortality of *Meloidogyne javanica*. Inst. Nematol. Newsl. 7 (2): 5-7.
- Ahmad M.U., Karim M.R., 1991. Effect of ten indigenous plant extracts on root-knot nematode of Brinjal. Bangladesh j. Plante Pathol. 7 (1&2): 5-9
- Alam M.M., Sidiqi Z.A., Saxena S.K. & Khan A.M., 1980. Effect of different cropping sequences on the population of plant parasitic nematodes. Indian J. Nematol 10: 35-39
- Antonio N. & Neumaier N., 1986. Reação de espécies vegetais methoradoras do solos as nematoide *Meloidogyne javanica*. Nemat. Brasileira 10: 207-215.
- Caryol J.C., Djian-Capolino C., Panchaud-Mattei E., Frankowski J. & Pijarowski L., 1992. La lutte biologique contre les nématodes phytoparasites, possibilités actuelles et perspectives. Bult. Inf. Zool. 7, pp. 7
- Lamberti F., Greco N. & Zaouchi H., 1975. A nematological survey of dat palm and other major crop in Algeria. F.A.O. Bull. 23, pp.156-160.
- Laroum H., 1997. Contribution à l'étude de l'influence des extraits de quelques plantes sur l'activité et la mortalité des *Meloidogyne* (nématodes à galles). Thèse ing. Agro. I.N.F.S/A.S. Ouargla. 41p.
- Mokabli A., 1988. Principaux facteurs qui déterminent l'importance et l'agressivité des *Meloidogyne* sous abris serres en Algérie. Thèse Mag. Inst. Nat. Agro. El-Harrach, 69p
- Nadji S., 1991. Enquête sur l'état d'infestation des cultures maraîchères par les *Meloidogyne* (*Nematoda Meloidogynidae*) dans les région d'Adrar et de Ouargla. Thèse ing. Agro. Inst. Tech. Agro. Sah., Ouargla. 27p.
- Ritter M., 1971. Les nématodes nuisibles aux tomates, aubergines et poivrons dans le bassin méditerranéen. G. R. III. Journ. Phytopharm. Circum. Du 20-24 Septembre, 4p.
- Sellami S. & Mouffarah A., 1994. Effet des extraits aqueux de quelques plantes sur la mortalité et l'éclosion des larves de *Meloidogyne incognita*. Med. Fac. Landbouww Univ. Gen, 59/2b, pp. 813 - 816.
- Subramaniyan S. & Sivagami V., Effect of *Crotalaria spectabilis* extracts on *Meloidogyne incognita*. Nematolo. Netwok. Newsl. 7(1): 8-9
- Zemmouri H., 1995. Essai de lutte par l'emploi de plantes nématicides contre *Meloidogyne incognita*. Thèse Ing. Agr. Inst. Nat. Agro. El-Harrach, 42p.

## **IMPORTANCE DES CARACTERISTIQUES BIOTIQUES ET ABIOTIQUES DANS LA GRAVITE DE LA FUSARIOSE DU PALMIER DATTIER**

**RIBA Amar.**

Institut des Sciences de la nature, Université de Tizi-Ouzou.  
Unité de Recherches sur les Zones Arides (U.R.Z.A.). BP. 44 Alger-Gare, Alger.

### **Résumé :**

Les palmeraies nord-africaines sont menacées par le bayoud, fusariose vasculaire du palmier dattier. Quelle est l'importance des facteurs physico-chimiques et microbiologiques du sol dans la gravité de cette maladie? Cet article analyse la littérature relative aux caractéristiques des sols qui conditionnent leur réceptivité aux maladies des plantes d'origine telluriques.

La compréhension du phénomène de résistance des sols aux maladies est un préalable à l'application des procédés de lutte biologique et intégrée. Les exemples sur la résistance des sols rapportés dans la littérature permettent de poursuivre les recherches pour identifier les sols résistants au bayoud et de proposer une stratégie de lutte contre cette maladie.

### **Summary:**

North African date palm groves are threatened by the bayoud, vascular fusariosis of date palm. How the importance of physico-chemical and microbiological properties in the suppressiveness soil to disease. A critical review of literature is given on the rôle of soil properties in suppressiveness of soils to diseases.

Understanding soil suppressiveness is important for efficient control of plant diseases with biological control. The examples of suppressive soils in the literature allows to continue the research for identify the suppressiveness soils to bayoud disease and to suggest a strategy of biological control.

## Introduction

Le Palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*), arbre indispensable à la vie au Sahara, est sérieusement menacé par la fusariose vasculaire (bayoud). Cette maladie d'origine tellurique due à *Fusarium oxysporum formae specialis albedinis* (*F.o.albedinis*), s'est propagée à partir de la vallée du Drâa, au Maroc, où elle est apparue pour la première fois il y a plus d'un siècle (TOUTAIN, 1965). La plupart des palmeraies marocaines ainsi que celles de l'ouest et du centre de l'Algérie sont atteintes (DJERBI, 1982). Mais les palmeraies de l'est, productrices de dattes d'exportation, Deglet Nour, variété très sensible, restent jusqu'à présent indemnes. Actuellement, le front de diffusion du bayoud se situe dans la vallée du M'zab (Ghardaïa) et ce depuis plus d'une vingtaine d'années. Par ailleurs dans les régions touchées la gravité de la maladie varie d'une palmeraie à l'autre et d'un jardin à l'autre au sein d'une même palmeraie.

Aujourd'hui, il est connu qu'une maladie d'origine tellurique est soumise à l'influence des caractéristiques biotiques et abiotiques et dont la gravité dépend étroitement de ces facteurs.

Dans le cas, par exemple, des fusarioses vasculaires, des observations très anciennes (ATKINSON, 1892 ; REIKING et MANN, 1893 ; in ALABOUVETTE et al., 1996 ; WALKER et SNYDER, 1933) ont attiré l'attention sur l'influence exercée par le type de sol sur la gravité de la maladie. Les travaux de STOVER (1962) puis STOTZKY et MARTIN (1963) sur l'extension de la fusariose vasculaire du bananier en Amérique centrale ont permis de mettre en évidence l'existence de sol résistant à la maladie, c'est à dire, dans le quel la maladie reste très limitée malgré la présence de l'agent pathogène, de la plante sensible et des conditions favorables à l'expression du parasite. (BAKER et COOK, 1974 ; HUBER et SCHNEIDER 1982). Il n'est donc pas exclu, dans le cas du bayoud, fusariose du palmier dattier, l'existence de sols résistants.

Depuis la fin des années soixante dix, ce sont les sols résistants aux fusarioses qui ont retenus l'attention des chercheurs. Car il est évident que la compréhension des mécanismes naturels qui, dans certains sols, contribuent à limiter la gravité de la maladie devrait permettre d'élaborer des méthodes de lutte intégrée.

Les travaux de LOUVET et al. (1976) sur les sols résistants de Chateaufort ont abouti à la définition du concept de réceptivité des sols aux maladies d'origine telluriques, concept selon lequel tout sol possède une certaine aptitude à inhiber l'agent pathogène et l'expression de ses capacités infectieuses sur une population de plantes-hôtes sensibles. Dans l'absolu, il n'existe pas de substrat de culture totalement résistant à un pathogène ou à une maladie et encore moins à tous les pathogènes ou toutes les maladies.

Chaque sol naturel possède certaine capacité de limiter la maladie. La culture en conditions normalisées de la plante hôte sur une collection de sols infestés artificiellement avec des doses croissantes d'un inoculum pathogène permet de classer les sols en fonction de leur plus ou moins grande réceptivité. Les sols sensibles dans lesquels une faible dose d'inoculum induit une très forte gravité de la maladie et, les sols résistants dans lesquels une forte densité d'inoculum provoque une très faible gravité de la maladie.

D'un point de vue théorique, le sol peut agir à travers ses caractéristiques physico-chimiques, ou grâce à ses propriétés biologiques notamment grâce aux populations microbiennes qu'il héberge. Ces deux groupes de propriétés ne sont

pas indépendants. On considère donc qu'une maladie d'origine tellurique est la conséquence des interactions dynamiques entre 3 éléments qui sont : Le milieu, la plante et le pathogène. Cependant, il est souvent difficile de distinguer clairement entre le rôle des facteurs biotiques et abiotiques dans la résistance des sols. Par exemple, WALKER et SNYDER (1933) et STOTZKY et MARTIN (1963) ont mis en évidence le rôle des facteurs abiotiques dans la résistance des sols aux fusarioses. Par contre, LOUVET et al. (1976) et SCHER et BAKER (1980) considèrent que le rôle de la microflore est plus important, en se basant sur le fait que la résistance disparaît en détruisant la microflore du sol. Ce dernier concept a incité les pathologistes et les microbiologistes de rechercher et d'identifier les micro-organismes antagonistes de l'agent pathogène et d'en étudier le mode d'action, laissant à l'écart l'étude du rôle des caractères physico-chimiques du sol.

Seul un nombre limité de publications fait état de l'influence de ces facteurs sur la résistance. Toutefois, les dernières publications accordent un grand intérêt au rôle des facteurs abiotiques (ALABOUVETTE et al., 1996; HÖPPER et ALABOUVETTE, 1996 et ELMER, 1992).

Nous rappelons que les facteurs invoqués pour expliquer la résistance des sols aux fusarioses sont surtout de nature microbiologique. Il s'agit de l'antagonisme global ou « General Suppression » (COOK et BAKER 1983) et de l'antagonisme spécifique ou « Specific Suppression » (ROUXEL et al., 1979; SCHER et BAKER, 1980, 1982 et ALABOUVETTE et al., 1984). Ce concept repose sur l'interaction entre populations microbiennes en négligeant les effets du milieu physique. Or, c'est le rôle de l'ensemble qui contribue à déterminer le niveau de réceptivité d'un sol. En outre, les sols résistants à une maladie peuvent avoir des caractéristiques différentes, ce qui signifie que différents mécanismes peuvent être responsables du même effet global. Il est donc difficile de proposer une interprétation globale en s'appuyant sur l'ensemble des résultats de la littérature. D'ailleurs ces derniers révèlent de nombreuses données contradictoires, résultant de la complexité des interactions entre facteurs biotiques et abiotiques du sol et la diversité des démarches expérimentales.

Nous donnons quelques exemples illustrant le rôle de quelques facteurs dans la gravité des maladies des plantes en général et des fusarioses vasculaires en particulier. Ces connaissances devraient vraisemblablement avoir un impact sur l'étude de la résistance des sols de palmeraies et d'envisager une stratégie de lutte contre le bayoud.

### **I - Rôle des facteurs abiotiques dans la résistance du sol.**

Plusieurs études soulignent l'importance des caractéristiques physico-chimiques dans la résistance du sol. Dans le cas des fusarioses, l'origine abiotique de la résistance est justifiée principalement par l'implication du couple pH-Ca, de la texture, de la matière organique, de l'état hydrique et de la salinité du sol.

#### **A - Texture et structure du sol**

L'influence de la texture sur la gravité des fusarioses a été peu étudiée. Dans le cas des observations effectuées sur le terrain, les sols sableux ou limoneux sont généralement réputés sensibles aux fusarioses tandis que les sols à texture plus fine sont le plus souvent considérés comme résistants (ATKINSON, 1892 et SNYDER et WALKER, 1933). Néanmoins, il existe des sols à texture argileuses sensibles aux fusarioses vasculaires (SCHER et BAKER, 1980).

La texture peut exercer deux types d'action : (1) interaction entre les particules du sol et les micro-organismes, et (2) un effet indirect à travers l'influence de la texture sur la structure, l'aération et le potentiel hydrique. En général, il est admis que les argiles favorisent l'activité bactérienne et sont peu favorable à l'activité fongique (STOTZKY, 1966). Dans un essai AMIR et ALABOUVETTE (1993) obtiennent une amélioration de la résistance d'une terre sableuse sensible à la fusariose par adjonction d'une quantité d'argile. En fin, les interactions complexes entre la texture et les autres paramètres biotiques et abiotiques rendent difficile la généralisation de ces données.

### **B - Etat hydrique du sol**

L'état hydrique est principalement lié au climat et à l'irrigation. Trois grandeurs principales permettent de le caractériser. D'une part, la teneur en eau massique et la densité apparente déterminent la distribution relative de l'air et de l'eau. D'autre part, le potentiel hydrique définit, quant à lui, la disponibilité en eau pour les micro-organismes et la plante. Plusieurs hypothèses ont été proposées pour expliquer l'influence de l'état hydrique sur la maladie :

- Dans des conditions déterminées, le pathogène bénéficie d'un avantage compétitif par rapport aux antagonistes. A forte humidité, l'exsudation racinaire et le chimiotactisme accrus intensifient les relations hôte-parasite et favorisent l'activité de l'agent pathogène (KUAN et ERWIN, 1980).
- Inversement, un stress hydrique implique un stress du végétal et augmente le potentiel osmotique dans le sol et les tissus de la plante.

### **C - Matière organique**

En ce qui concerne l'importance de la matière organique, les résultats rapportés sont peu concluants voire négatifs (PARK et CHO, 1985). En conséquence, le rôle joué par la matière organique dans l'expression de la résistance des sols aux fusarioses reste inexplicé. La matière organique joue certainement un rôle dans l'écologie microbienne en tant que substrat et produits de l'activité microbienne. En plus, avec les éléments minéraux, la matière organique affecte la structure du sol, sa capacité de rétention et son aération. Généralement, peu d'attention a été accordée à la qualité de la matière organique en relation avec la résistance. L'effet des différents amendements et leur rapport C/N sur la gravité de la maladie et sur l'inhibition du pathogène a été étudiée (PAPAVIZAS et DAVEY, 1960 ; HUBER et WATSON, 1970). Le rapport C/N n'est apparemment pas impliqué dans la résistance aux fusarioses vasculaires de la fève dues à *F.solani* (PAPAVIZAS et al., 1968).

La matière organique dans le sol est sous forme de carbohydrates, de composés azotés (acides aminés, sucres aminés), acides aliphatiques et des complexes aromatiques (ex. lignine cellulose). En outre, la matière organique peut contenir des substances actives, telles que les vitamines, des protéines de croissance, des antibiotiques ou des toxines. L'importance relative de ces substances varie en fonction de la teneur en matière organique, du pH, de la texture et de l'humidité. La composition peut également influencer l'équilibre microbien du sol et par conséquent sa réceptivité.

### **D - pH**

L'acidité évaluée à travers la mesure du pH, permet une appréciation globale de l'état ionique de la solution du sol. Le rôle du pH dans la gravité de la

maladie intègre le rôle des autres éléments notamment le Calcium, le Fer et l'Aluminium dont la disponibilité dépend beaucoup de celui-ci.

Les sols à pH extrêmes sont souvent connus pour leur résistance aux maladies des plantes et le pH élevé permet presque toujours une réduction des symptômes de fusariose (HOPER et ALABOUVETTE, 1996). Ces auteurs rapportent que le rôle du pH est étroitement lié à celui des ions  $\text{Ca}^{++}$  et des ions  $\text{Al}^{3+}$ . Ce dernier pourrait affecter directement, par sa toxicité, la densité de l'inoculum pathogène et/ou l'activité de celui-ci (RIDAO, 1990). Généralement, aux pH voisins de 7,8, indiquent la présence de  $\text{CaCO}_3$ , une forte saturation de C.E.C. et une teneur élevée des ions bivalents (Ca et Mg) dans la solution du sol. Aussi ; un pH élevé se traduit par une plus forte absorption de Calcium par la plante et renforce la paroi des cellules de la racine. Cette dernière offrirait alors une plus grande résistance mécanique à la pénétration par le champignon. De plus, le Calcium inhibe probablement la production de polygalacturonosidase, une enzyme impliquée dans la pénétration de la plante hôte par certains champignons (CORDEN, 1965). De ce fait, l'attaque du parasite s'en trouve réduite.

Par ailleurs, un niveau élevé du pH réduit sensiblement la solubilité de nombreux éléments dont le Phosphore et de multiples oligo-éléments tels que le Mn, le Fe et le Zn, qui de ce fait sont moins disponibles pour les micro-organismes et la plante. De même le  $\text{CaCO}_3$  possède un effet dépressif sur la disponibilité du Fer, élément impliqué dans la résistance (LOEPPERT, 1988). C'est la raison pour laquelle, plusieurs auteurs expliquent le contrôle des fusarioses par le caractère limitant de la disponibilité en oligo-éléments. En outre, l'étude de la résistance des sols de quelques palmeraies algériennes associe le rôle du pH élevé dans la résistance à la forte salinité.

## II- Rôle de la microflore dans la résistance des sols aux fusarioses vasculaires

Bien que les caractères physico-chimiques jouent un rôle important, les micro-organismes et leurs métabolites sont souvent responsables, d'une manière directe ou indirecte, dans la résistance du sol aux maladies. En effet, un traitement qui détruit la plupart des micro-organismes, sans trop altérer les caractères physico-chimiques, supprime également la résistance (LOUVET et al., 1976 ; SCHER et BAKER, 1980). De même l'apport d'une petite quantité de sol résistant à un sol désinfecté sensible peut suffire pour transmettre la résistance. Ces résultats ont abouti à la définition de 2 types de d'antagonisme précédemment cités. La compétition nutritive est principalement responsable de l'antagonisme global. Alors que, l'antagonisme spécifique implique souvent la production de métabolites microbiens (toxines, enzymes, composés antifongiques et siderophores) toxiques pour le pathogène.

Les bactéries appartenant au groupe de *Pseudomonas fluorescens* fournissent un bon exemple d'antagonistes produisant divers types de métabolites ayant un effet plus ou moins toxique sur différents agents pathogènes (DEFAGO et HAAS, 1990). Par contre les *F. oxysporum* non pathogènes, impliqués dans la résistance du sol aux fusarioses, ne semblent pas avoir un autre mode d'action à part celui lié à la compétition nutritive et la compétition pour les sites d'infection (ALABOUVETTE et COUTEAUDIER, 1992 ; MANDEEL et BAKER, 1991). Cependant, il y a souvent un manque de corrélation entre l'antagonisme *in vitro* et le biocontrôle *in situ*. Ceci est relié aux effets de l'environnement sur la

production et l'activité des métabolites microbiens. Ces derniers sont en effet affectés par de nombreux facteurs tels que la texture, la température, l'humus, l'argile la salinité et le pH du sol.

### III- Résistance des sols de palmeraies au bayoud

Les premiers travaux réalisés sur la fusariose vasculaire du palmier dattier, bayoud, ont été essentiellement consacrés à l'étude de l'agent, *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis* (BOUNAGA, 1985) et à l'écologie microbienne des sols de quelques palmeraies en relation avec la maladie.

Dans la perspective de mener une lutte biologique les chercheurs ont axé leur travaux sur l'identification des micro-organismes antagonistes du *F.o.albedinis*. Ainsi, de nombreuses publications ont permis de mettre en évidence l'existence de souches antagonistes parmi les actinomycètes (SABAOU et al., 1981, 1983 et AMIR et SABAOU, 1983). Bien que ces bactéries soient répandus dans les sols de palmeraies (AMIR et al., 1985), leur capacité de produire des antibiotiques et leur action antagoniste, *in vitro*, aient été démontrées ; leur rôle dans la résistance des sols aux fusarioses n'est toujours pas confirmée.

En revanche, les études orientées vers l'antagonisme entre *Fusarium* (AMIR et AMIR, 1988 ; AMIR et MAHDI, 1991) ont clairement montré l'implication des *F.solani* et des *F.oxysporum* non pathogène dans la résistance (AMIR, 1991-b).

En ce qui concerne l'existence de sols naturellement résistants au bayoud ; ce n'est que ces dernières années que quelques travaux ont permis de confirmer l'idée de l'existence de sols résistants et d'aborder l'étude des mécanismes de résistance. D'abord, pour tenter d'expliquer l'absence de la fusariose du palmier dattier dans certaines palmeraies notamment celles de l'est algérien caractérisées par la forte salinité du sol, il a été mis en évidence, dans un premier temps, qu'il existe une corrélation fortement négative entre les populations de *Fusarium* et la salinité du sol (AMIR et al. 1989). Ceci suggère que la forte salinité peut conférer au sol une grande résistance à l'installation du pathogène. Le rôle de la salinité dans la résistance du sol à l'expression du pathogène a ensuite été démontré. Ainsi, l'apport des sels de sebkha même à faibles doses (0,3 %) à un sol réceptif induit une résistance à la fusariose (AMIR et RIBA, 1990 ; RIBA, 1992). Le mécanisme invoqué dans ce cas est en relation étroite avec l'activité de la microflore et de la texture du sol. En effet, la salinité aurait un effet moins net sur la réceptivité dans le sol argileux et plus riche en humus dans lesquels l'effet nocif des sels adsorbés par le complexe argileux-humique est partiellement neutralisé (AMIR et al., 1996). Par ailleurs, l'étude réalisée sur une quarantaine de sols de palmeraies avait confirmé l'effet exercé par ces deux facteurs et a montré que l'antagonisme global entre les populations microbiennes et l'antagonisme spécifique entre *Fusarium* jouent un rôle déterminant dans la réceptivité (AMIR, 1991 a). Les résultats de la mesure de la réceptivité de quelques échantillons de sols prélevés dans différentes palmeraies ont tendance à confirmer que le degré de résistance est généralement corrélé à la salinité du sol. En revanche une forte teneur en matière organique de ces sols limiterait l'effet inhibiteur des sels vis à vis de l'agent pathogène.

## Conclusion et perspectives

l'ensemble des résultats rapportés précédemment ont permis de montrer l'existence de sols naturellement résistants aux agents phytopathogènes d'origine telluriques. D'après les exemples rapportés dans la littérature, il apparaît que ce phénomène n'est pas exceptionnel. Il peut donc s'appliquer largement à la fusariose du palmier dattier, d'autant plus qu'il existe un certain nombre de palmeraies algériennes où le bayoud est très peu actif.

Si d'autres recherches sont nécessaires pour mieux comprendre les mécanismes responsables de la résistance, il n'en demeure pas moins que les connaissances actuelles permettent déjà de proposer quelques stratégies de lutte contre le bayoud. Il s'agit notamment:

- de mesurer les niveaux de réceptivité des sols des palmeraies indemnes de l'Est algérien afin d'évaluer les risques de contaminations de chaque région;
- D'analyser à une plus grande échelle la réceptivité des sols dans l'optique d'établir une carte de sols en fonction de leur degré de résistance et d'y préserver les variétés sensibles;
- Accorder une place particulière à l'étude des techniques et des pratiques culturales qui limiteraient la gravité de la maladie sans pour autant affecter une croissance normale du palmier dattier ce qui pourrait permettre de reconstituer les palmeraies endommagées;
- Inoculer les sols, préalablement désinfectés, par des antagonistes de sorte à éviter la prolifération de l'agent pathogène en zones indemnes.

## Références bibliographiques

- ALABOUVETTE C.** 1986. Fusarium wilt-suppressiveness soils from the Chateaufrenard region : review of 10 years study. *Agronomie*, 6 : 273-284.
- ALABOUVETTE C.** et **COUTEAUDIER Y.** ,1992. Biological control of Fusarium wilts with non pathogenic Fusaria.
- ALABOUVETTE C.** **COUTEAUDIER Y.** et **LOUVET J.** , 1984. Recherches sur la résistance des sols aux maladies. IX. Dynamiques des populations de Fusarium spp. Et de F.oxysporum f.sp. melonis dans un sol résistant et dans un sol sensible. *Agronomie*, 4 : 729-733.
- ALABOUVETTE C.**, **HOEPER H.** , **LEMANCEAU P.** et **STEINBERG C.**, 1996 . Soil Suppressiveness Diseases Induced by Soilborne Plant Pathogens. *Soil Bioch.* 9 : 371-413.
- AMIR A.** 1991a- Rôle des facteurs biotiques et abiotiques dans le déterminisme de la réceptivité des sols de palmeraies aux fusarioses vasculaires. Thèse Dr es sciences USTHB, Alger.
- AMIR H.** 1991 b- Interactions entre populations du genre Fusarium dans les sols sahariens. Déterminisme de l'aptitude de quelques souches à limiter l'expression de la fusariose vasculaire. Thèse Dr. es sciences, USTHB, Alger
- AMIR H.** et **ALABOUVETTE C.** 1993. Involvement of soil abiotic factors in the mechanism of soli suppressiveness to fusarium wilts. *Soli Biol. Bioch.* 25 : 157-164
- AMIR H.** et **AMIR A.** 1988. Le palmier dattier et la fusariose. XIV. Antagonisme dans le sol de souches de Fusarium solani vis à vis de F.o. albedinis. *Rev.Ecol.Biol. Sol*, 25 : 161-174.
- AMIR H.** et **MAHDI N.** 1993. Liaisons entre les aptitudes écologiques de différentes souches de Fusarium et leur efficacité dans la protection de la plante de lin contre la fusariose vasculaire. *Can. J. Microbiol.* 39 : 234-244.
- AMIR H.** et **RIBA A.** 1990. Influence de la salinité des sols de palmeraies sur les Fusarium. II- Action des sels de sebkha sur l'évolution de deux souches de F. oxysporum pathogènes. *Rev.Ecol.Biol.Sol*, 27 : 147-158.
- AMIR H.** et **SABAOU N.** , 1983. Le palmier dattier et la fusariose .XII. Action de de 2 actinomycètes vis à vis de F.o.albedinis, responsable du bayoud. *Bull.Hist.Nat. Afr.Nord*, 13 : 47-60
- AMIR H.**, **AMIR A.** et **RIBA A.**, 1996. Rôle de la microflore dans la résistance à la fusariose vasculaire induite par la salinité dans un sol de palmeraie. *Soli Biol. Bioch.* Vol.28 n° 1 : 111-122.

- AMIR H. , BENNACEUR M., LAOUFI Z., et BOUNAGA N., 1985.** Le palmier dattier et la fusariose. XIII.- Contribution à l'étude de l'écologie microbienne de deux sols de palmeraies sahariennes atteintes de bayoud.
- AMIR H., RIBA A. AMIR A. et BOUNAGA N., 1989.** Influence de la salinité des sols de palmeraies sur les Fusarium. I.- Relation entre la conductivité des sols et la densité des populations de Fusarium. *Ecol.Biol.sol.*, 26 :391-406.
- BAKER K.F. et COOK R.J., 1974.** Biological Control of plant pathogen. San Francisco : W.H. Freeman and co. 433p.
- COOK R.J. et BAKER K.F., 1983.** The Nature and Practice of Biological Control of Plant Pathogens. American Phytopath. Soci. Press. St. Paul, MN.
- COOK R.J. et PAPENDICK R.I., 1972.** Influence of water potential of soils and plants on root disease. *ANN.Rev. Phytopath.*, 10 : 349-374.
- CORDEN J. 1965.** Influence of Calcium Nutrition on Fusarium wilt of tomato and polygalacturonase activity. *Phytopathology*, 55 :222-224.
- DEFAGO G. et HAAS D., 1990.** Pseudomonads as antagonists of soilborne plant pathogens : Mode of action and genetic analysis. *Soli Biochem.* 6 : 249-291.
- DJERBI M. (1982)** Bayoud disease in north Africa: history distribution, diagnosis and control. *Date palm journal* 1, 155-198
- ELMER W.H., 1992.** Suppression of Fusarium Crown and Root Rot of Asparagus with Sodium Chloride. *Phytopath.* 82 : 97-104.
- HÖPER H. et ALABOUVETTE C. , 1996.** Importance of physical and chemical soli proprieties in the suppressiveness of soils to plant diseases. *Eur. J. Soli. Biol.* , 32 (1) : 41-58.
- HUBER D.M. et SCHNEIDER R.W., 1982.** The description and the occurrence of suppressive soils, 1-7 in : Schneider R.W.(Ed.) , *Suppressive soils and plant diseases* . St.Paul, MN, USA : A.P.S. Press, 88pp.
- HUBER D.M. et WATSON R.D., 1970.** Effect of organic amendement on soli - borne plant pathogens. *Phytopathology*, 60 :22-26.
- JONES J. P. et WALTZ S. S. , 1970.** Fusarium wilt of tomato : Interaction of soli liming and microelements on disease development. *Phytopath.*, 60 : 812-823.
- JUNCKER E., 1995.** Importance des facteurs édaphiques et des pratiques culturales sur la gravité des principales maladies d'origine tellurique de l'oignon en côte d'Or. Thèse Dr. de l'Université. Uni. Bourgogne, Dijon, p156.
- KUAN T.L. et ERWIN D.C., 1980.** Predisposition effect of water saturation of soli on Phytophthora root rot of Alfalfa. *Phytopathology*, 70 :981-986.
- LOEPPERT R.H., 1988.** Chemistry of iron in calcareous systems. In *Iron in Soli and Clay Minerals* pp 689-741. NATO Advanced Science Institutes Series A . VOL. 217. New York.
- LOUVET J., ROUXEL F. et ALABOUVETTE C. 1976.** Recherches sur la résistances des sols aux makadies. I.- Mise en évidence de la nature microbiologique de la résistance d'un sol au développement de la fusariose vasculaire du melon. *Ann.Phytopath.*, 8 : 425-436.
- MENDEEL Q. et Baker R. , 1991** Mechanisms involved in biological control of *Fusarium* wilt of cucumber with strains of nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. *Phytopathology* 81, 462-469.
- PAPAVIZAS G.C. et DAVEY C.B., 1960.** *Rhizoctonia* of bean as affected by decomposing green plant materials and associating microflora. *Phytophology*, 50 : 516-522.
- PAPAVIZAS G.C., LEWIS J.A. et ADAMS P.B., 1968.** Survival of root infecting fungi in soli. II. Influence of amendement and soli carbon to nitrogen balance on *Fusarium* root rot of beans. *Phytopathology*, 58 :365-372.
- PAPENDICK R.I. et COOK R.J., 1974.** Plant water stress and development of *Fusarium* root rot in wheat subjected to different cultural practices. *Phytopathology*, 64 : 358-363.
- PARK C.S. et CHO Y. S., 1985.** Properties of soli suppressiveness to cucumber wilt, caused by *Fusarium oxysporum f.sp. cucumerinum* Owen. *Korean. J. Plant. Prot.*, 24 :85-95
- RIBA A., 1992.** Influence de la salinité des sols sur le développement des *Fusarium*. Conséquences sur l'expression du bayoud, fusariose du palmier dattier. Thèse de Magister. USTHB , Alger. 98p.
- RIDAO A., 1990.** La réceptivité des sols aux fusarioses de la pomme de terre : Mécanismes de résistance à *Fusarium solani var.coeruleum*. Thèse de Docteur de l'Université, Université de RennesI, 80p.
- ROUXEL F., ALABOUVETTE C. et LOUVET J., 1979.** Recherches sur la résistance des sols aux maladies. IV.- Mise en évidence des *Fusarium* autochtones dans la résistance d'un sol à la fusariose du melon. *Ann.Phytopath.*, 11 : 199-207.

- SABAOU N., BENNACEUR M. et BOUNAGA D., 1981.** Le palmier dattier et la fusariose. VII- Action parasitaire d'un actinomycète envers *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis*. Ann.Microbiol., 132 : 319-329.
- SABAOU N., BOUNAGA N. et BOUNAGA D., 1983.** Actions antibiotique, mycolytique et parasitaire de 2 actinomycetes envers *Fusarium oxysporum f.sp.albedinis* et autres formes spéciales. Can. J. Microbiol., 29 :194-199.
- SCHER F.M. et BAKER R., 1982 .** Effect of *Pseudomonas putida* and synthetic iron chelateur on induction of soli suppressiveness to *Fusarium* wilt pathogens. Phytopathology, 72 : 1567- 1573.
- SCHER F.M. et BAKER R., 1980.** Mechanism of Biological Control in a *Fusarium*-Suppressive Soli. Phytopathology, 70 : 412-417.
- STOTZKY G., 1966.** Influence of clay minerals on microorganisms. III- Effect of particle size, cation exchange capacity and surface area on bacteria. Can. J. Microbiol., 12 : 1235- 1246.
- STOTZKY G. et MARTIN T. , 1963.** Soilmineralogy in spread of *Fusarium*wilt of banana in Central America. Plant Soli, 18, 317-337.
- STOVER R.H., 1962.** Fusarial wilt (Panama) disease of bananas and other *Musa* special. CMI, Phytopathology,pap., 4 , 117p.
- TOUTAIN G.(1965).** Notes sur l'épidémiologie du bayoud en Afrique du Nord. Al Awamia 15 37-45
- WALKER J.C. et SNYDER W.C., 1933.** Pea wilt and root rots wiscosin. Agric. Exp. Stn. Bull., 424 ;16p.

# APPORT DE LA FLORE DES ZONES SEMI - ARIDES A L'ETHNOPHARMACOLOGIE ALGERIENNE

A. CHERITI<sup>\*1</sup>, K. SEKKOUM<sup>2</sup> & G. BALANSARD<sup>3</sup>

1) Laboratoire de Phytochimie & Synthèse Organique  
Centre Universitaire de Bechar, 08000 Bechar, Algérie, Fax 07 81 52 44

2) Hôpital Béchar Djedid, 08000, Béchar, Algérie

3) Lab. de Pharmacognosie, Faculté de pharmacie, 27 Bd. J. Moulin, 13385 Marseille, France

## Résumé

Notre travail est consacré aux plantes médicinales actuellement utilisées dans la région d'El-Bayadh. Il constitue une recherche sur la médecine populaire, ses remèdes et ses pratiques. Nous décrivons un total de 129 espèces appartenant à 54 familles botaniques, ainsi qu'une vue générale sur les maladies traitées et fréquentes dans la région d'El-Bayadh.

## Abstract

Our work is devoted to the medicinal plants currently used in El-Bayadh district. The study constitutes a research on folk medicine, its remedies and its convenients. A total of 129 species belonging of 54 botanical families are described, as well as a general view on the diseases treated and frequent in the El-Bayadh district.

## I) INTRODUCTION

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) estime près de 80% des habitants de la planète ont essentiellement recours à la médecine traditionnelle, mais seulement 5% des 800000 espèces végétales que porte la terre ont été étudiées. Ainsi de nombreuses équipes de chercheurs dans différents pays tournent à nouveau leur intérêt vers les méthodes et les remèdes traditionnels (1 - 2). Il nous est apparu important de réunir des informations sur les plantes de la médecine traditionnelle algérienne, afin de laisser un témoignage sur ce savoir ancestral, qui risque de se perdre et qui actuellement n'est détenu que par peu de personnes âgées. Alors, suite à nos travaux antérieurs sur l'ethnopharmacologie et la phytochimie de la flore sud - Ouest algérien (3 - 7), nous présentons dans cette communication nos résultats de recherches ethnopharmacologiques sur les plantes médicinales de la région d'El - Bayadh, une région tampon entre deux zones naturelles: Steppique et Saharienne, donc possédant une flore variée et très riche. Nous avons identifié 129 espèces ( 54 familles botaniques ) employées par la population locale à des fins médicinales. nous décrivons que le résultat globale de notre recherche, les noms des espèces et le mode d'utilisation ethnopharmacologique sont décrits dans nos travaux précédents (3, 8, 9).

## II) MATERIEL ET METHODES

La région d'El-Bayadh, d'une superficie de 70539 Km<sup>2</sup> (3% du territoire national), est située sur les haut - plateaux du sud-ouest Algérien entre 31° et 34° de latitude Nord et entre 0° et 2° de longitude Est ( Figure 1 ). En réalité la région comprend deux zones bien distinctes, au nord les hauts plateaux et au sud le Sahara (10).

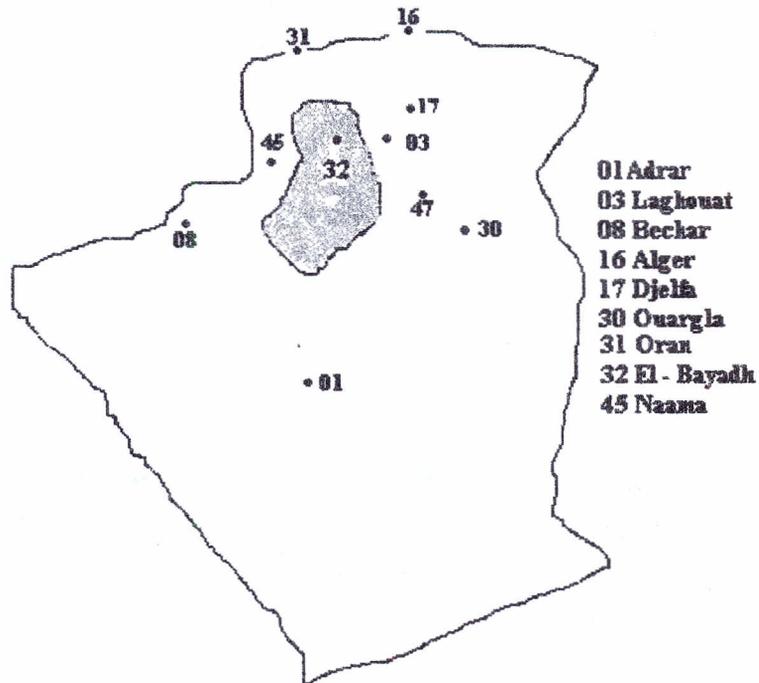


Figure 1: Situation géographique de la région d'étude

Au niveau national, la région est très connue par son souk , ce qui nous a permis d'enrichir notre enquête par des interviews directe d'herboristes sur le marché et la collecte de nombreux échantillons.

Nous avons diffusé des questionnaire d'enquête, portant sur les plantes médicinales utilisées par la population locale et comportant les informations suivantes: Nom de la plante, maladie traitée, partie de la plante utilisée et le mode d'emploi traditionnel ( façon de traitement et posologie), éventuellement noms des plantes toxiques de la région (Figure 2). Cette première enquête fût ensuite affinée et complétée par des interviews d'herboristes dans les Souks et de personnes âgées, surtout des femmes, qui détiennent un savoir important (11).

---

### QUESTIONNAIRE

Plantes médicinales utilisées dans la région d'El-Bayadh

---

Nom de la plante:.....

Partie de la plante utilisée:

Feuille       Fleur       Fruit  
 Graine       Tige       Racine  
 Parties aériennes       Plante entière

Maladies traitées:.....

Façon d'utilisation:.....

Quantité prise par jour.....

Pourriez-vous nous fournir un échantillon de cette plante?

Connaissez-vous des plantes toxiques?

---

*Nous vous remercions de votre contribution.*

---

Figure 2: Questionnaire d'enquête diffusé en arabe

### III)- RESULTATS ET DISCUSSIONS

L'analyse des réponses de notre enquête, nous a permis de recueillir et d'identifier 129 espèces appartenant à 54 familles botaniques, dont 2 familles de gymnospermes, 7 de monocotylédones et 45 de dicotylédones. La plupart des plantes inventoriées (96 espèces) sont communes dans la région, soit cultivées soit à l'état sauvage. L'identification botanique de ces plantes a été faite en nous référant aux herbiers déposés au sein de la direction de l'agriculture de la wilaya d'El-Bayadh, ou aux ouvrages de base (12 - 14). Enfin, en comparant le résultat de notre enquête avec ceux des travaux réalisés en Tunisie (15) et au Maroc (16), nous remarquons que certaines plantes sont utilisées pour le même vertu thérapeutique, la seule différence se situe au niveau de la partie de la plante utilisée et le mode d'administration, cela est due vraisemblablement à l'héritage ancien commun aux pays de l'Afrique du nord (17).

Dans le tableau 1, nous avons regroupé les plantes recensées suivant les types de maladies signalées dans l'enquête, ce qui nous donne des informations sur les maladies fréquentes dans la région.

L'analyse des diagrammes ( Figure 3 ) du taux d'utilisation des plantes par type de maladies montre qu'une grande partie, environ 48,4% des 129 espèces inventoriées est utilisées dans le traitement des troubles gastro-intestinaux, 28,9% et 19,5% des plantes sont respectivement utilisées dans les traitements des dermatoses et des douleurs (rhumatisme et céphalées). Nous ne pouvons nous permettre d'en analyser pour le moment les causes, elles sont multiples et certaines sont d'ordre sociale et bioclimatique. Dans nos recherches ultérieures sur les pratiques des tradipraticiens dans la région nous essaierons d'évoquer plus en détail ces constatations.

	Maladies	% plantes utilisées		Maladies	% plantes utilisées
A	Troubles gastro-intestinaux.	48,4	G	Troubles de l'appareil urinaire.	7,8
B	Dermatoses et inflammations.	28,9	H	Troubles de l'appareil génital.	7
C	Douleurs - Inflammations.	19,5	I	Infections et fièvres.	5,5
D	Maladies cardio-vasculaires.	16,4	J	Coqueluche, Diabète, Rougeole.	4,7
E	Maladies des voies respiratoires.	14,1	K	Sommeil et psychoses.	3,1
F	Affections oculaires et ORL.	12,5	L	Œdèmes traumatiques	2,3

Tableau 1: Maladies fréquentes dans la région et taux d'utilisation des plantes médicinales.

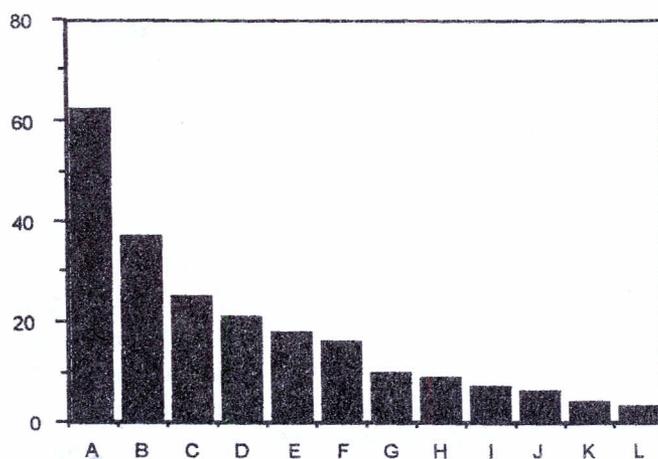


Figure 3: Taux d'utilisation des plantes par type de maladies

#### IV ) CONCLUSION

Les enquêtes sur la pharmacopée traditionnelle actuelle de la région d'El-Bayadh, nous ont permis d'inventorier 129 espèces appartenant à 54 familles, ce qui peut nous donner un résultat partiel sur l'apport des plantes des zones semi - aride à la pharmacopée traditionnelle algérienne. Il nous est particulièrement agréable de souligner l'intérêt et l'importance de ces travaux, qui peuvent répondre au besoin du pays (18), pour l'inventaire des ressources médicales naturelles et pour établir une meilleure connaissance scientifique de l'usage des plantes médicinales, ce qui conduit évidemment à la découverte de nouveaux agents thérapeutiques.

#### V ) REFERENCES

- ( 1 ) O. AKERELE, (1992), *Fitoterapia*, 63(6), pp. 99 - 110.
- ( 2 ) P. L. COX, M. L. BALICK, (1994), *Scientific American*, 270 ( 6 ), pp. 82 - 87.
- ( 3 ) A. CHERITI, A. ROUISSAT, K. SEKKOUM, G. BALANSARD, (1995), *Fitoterapia*, 66(6), pp. 525 - 538.
- ( 4 ) A. CHERITI, K. SEKKOUM, (1995), 8° *meeting SFC*, Marseille (France), Poster 13.
- ( 5 ) A. CHERITI, K. SEKKOUM, (1995), *Acta Chim. Slov.*, , 42(3), 373 - 374.
- ( 6 ) A. CHERITI, K. SEKKOUM, (1996), *Ind. J. Pharm. Sci.*, 58(5), 203 - 204.
- ( 7 ) A. CHERITI, K. SEKKOUM, (1998), 3° *SNCOIP*, Béchar.
- ( 8 ) A. CHERITI, (1996), *JNVA*.
- ( 9 ) A. CHERITI, K. SEKKOUM, G. BALANSARD, (1999), 1° *SNDZASA*, Djelfa.
- ( 10 ) Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire. (1991) " *Annuaire statistique de la wilaya d'El-Bayadh*", Alger.
- ( 11 ) M. GAUDRY, (1961) " *La société féminine au djebel Amour et au Ksef*", Alger, Société Algérienne d'impressions diverses.
- ( 12 ) P. QUEZEL, S. SANTA, (1962 et 1963) " *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* " Tome I et II, Paris, Ed. CNRS, 1170p.
- ( 13 ) P. OZENDA, (1977) " *La flore du Sahara*", Paris, Ed. CNRS.
- ( 14 ) Sélection du Reader's Digest., (1985) " *Secrets et vertus des plantes médicinales*", Paris, 2ème Ed.
- ( 15 ) M. K. BOUKEF, (1986) " *Les plantes dans la médecine traditionnelle tunisienne*", Paris, Agence de Coopération Culturelle et Technique, 347p.
- ( 16 ) R. CLAISSE, (1985), *Plantes méd. Phytothéra.*, 19(3), pp 216-224, et (1989), 23(4), pp 315-331.
- ( 17 ) D. IBN EL BAYTAR, (1992) " *El djami li mofradat el adwia wa el aghdia*", Beyrouth, Ed. Dar El kotoub, 1036p.
- ( 18 ) A. CHERITI, S. HACINI, M. S. HADJADJ, (1999), *Séminaire National Plantes Médicinales*, Setif.

**Thème 2 :**  
**Valorisation des espèces**  
**végétales**

## Evaluation de la variabilité intra et inter cultivars du palmier dattier dans les régions de Ouargla, Oued Righ et Souf.

(S. HANNACHI<sup>1</sup> ; N. BOUGUEDOURA<sup>2</sup> ; A. DOUADI<sup>3</sup>)  
(<sup>1</sup> CDARS Ouargla, <sup>2</sup> USTHB Alger, <sup>3</sup> INFSAS Ouargla)

### *Résumé de la communication*

Les travaux d'identification et d'évaluation des ressources génétiques du palmier dattier réalisés en Algérie ont été effectués sur la base de plusieurs types de descripteurs (biochimiques, enzymatiques, éthno-botaniques et agronomiques ou morphologiques).

Les trois derniers types figurent sur la fiche d'enquête élaborée et standardisée lors de l'atelier maghrebin sur la méthodologie de prospection du Dattier (Collectif El-Ménia, 1990). D'ailleurs, l'inventaire systématique de la palmeraie algérienne a été réalisé par la même fiche.

Le présent travail s'inscrit dans le cadre d'une étude d'évaluation globale d'une cinquantaine de cultivars principaux de Dattiers en Algérie et constitue une première exploitation des informations collectées à travers les campagnes de prospections des palmeraies entreprises par l'URZA et le CDARS depuis une quinzaine d'années.

Ces travaux ont montré une variabilité assez large des cultivars traditionnels compte tenu de la diversité des milieux et de l'hétérogénéité du matériel végétal.

Afin de lever ces ambiguïtés et de vérifier la fiabilité des descripteurs utilisés, notre travail contribue, dans un premier temps, à l'étude de cette variabilité sur deux plans : intra et inter cultivars, sur une quinzaine de cultivars répartis dans trois régions différentes : *Oued Mya*, *Oued Righ* et *Oued Souf*.

Les analyses multidimensionnelles (AFCm) globales effectuées sur les 104 individus (des 14 cultivars échantillonnés) ou partielles, relatives à chaque cultivar ou à chaque type de descripteur, ont montré une distinction nette entre les cultivars et une certaine variabilité interne dans la plupart des cas liée souvent aux facteurs agronomiques et/ou éthno-botaniques. Des résultats similaires ont été obtenus dans des travaux réalisés au niveau de Ouargla (HANNACHI et KHITRI, 1991).

**Mots clés** : Evaluation, variabilité intra et inter cultivars, palmier dattier, *Ouargla*, *Oued Righ* et *Souf*.

## Introduction

La palmeraie algérienne s'étend sur une superficie de près de 100.000 ha (voir carte) avec un nombre total de plus de 11 million de palmiers dont plus de 8 million productifs, soit 73 %, pour une production de près de 350.000 t. La Deglet Nour seule représente 36 % du potentiel et contribue avec plus de 40 % à la production totale. La part des variétés dites "communes" ou à faible valeur marchande, qualifiées dans la nomenclature des statistiques officielles par le terme "Autres", reste considérable en nombre et en production (plus de 4 million de pieds pour une production de plus de 86.000 t). (CDARS, 1998)

Sur le plan de la diversité variétale, les oasis algériennes conservent un nombre considérable de cultivars. En effet, près d'un millier de cultivars ont été recensés dans le cadre des travaux d'inventaire variétal entrepris par l'URZA et le CDARS avec la précieuse collaboration d'autres structures de Recherche/Formation/Développement (INRAA, ITAS, ITDAS et DSA) (HANNACHI, KHITRI, BENKHALIFA et BRAC DE LA PERRIERE, 1999).

Ces résultats, comparés à ceux rapportés dans la littérature (POPENOE, vers la fin du siècle dernier ; NIXON, 1949 ; MAATALLAH, 1969), révèlent des intérêts incontestables aux plans écologique et environnemental, économique, social et stratégique.

Du point de vue "Ressources génétiques", l'éventail de cultivars recensés et/ou échantillonnés dépasse de loin l'objectif initial "précurseur" du programme qui est la lutte contre le *Bayoud*, et offre de grandes possibilités d'amélioration et de sélection futures de cette espèce.

En terme de répartition géographique, les prospections ont été menées à travers une quinzaine de régions naturelles, subdivisées en soixante zones phoenicicoles. Le dépouillement des données a permis de déterminer une cinquantaine de cultivars ayant une répartition spatiale large (présent dans au moins trois régions).

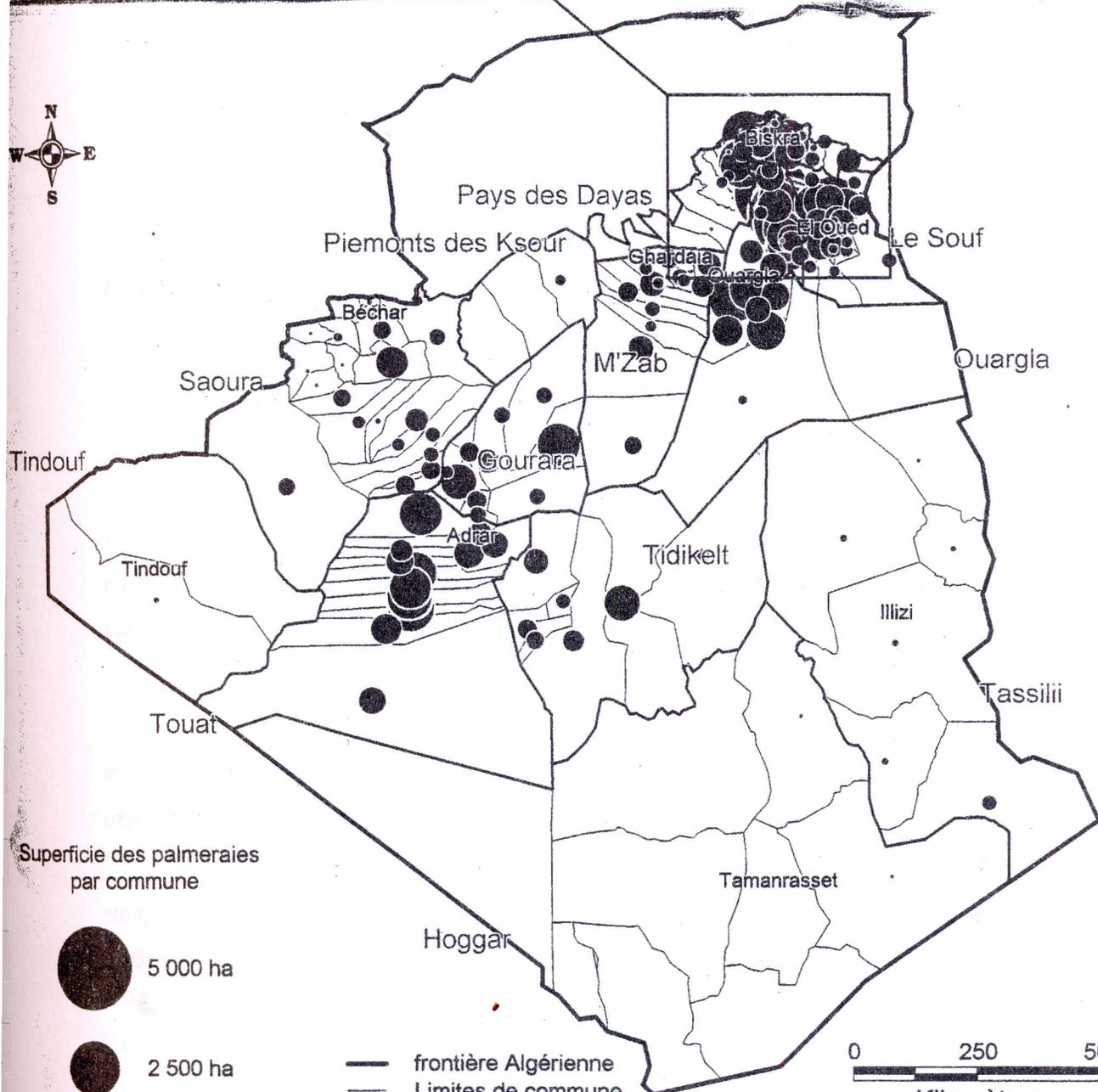
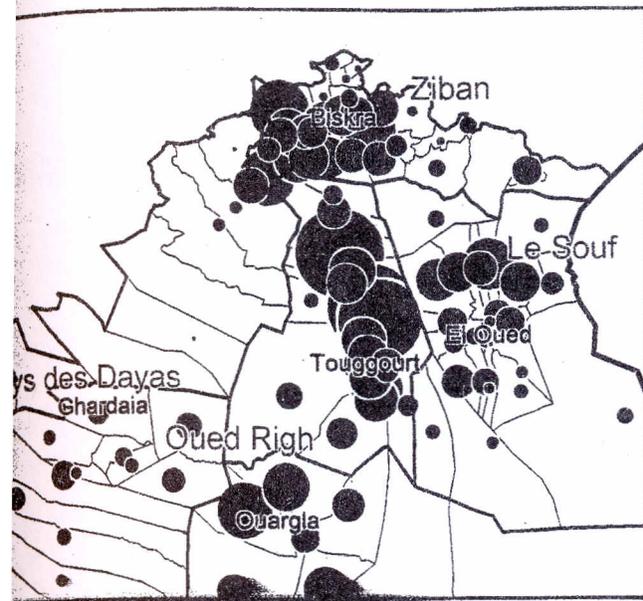
Au cours de ces prospections, le travail d'identification, de caractérisation et d'évaluation a été réalisé sur la base de descripteurs morphologiques et éthno-botaniques (Collectif d'El-Méniaa, 1990). Cependant, le traitement des informations collectées a été effectué au niveau de chaque région naturelle séparément. Or, compte tenu de l'hétérogénéité et de la diversité des biotopes caractérisant les oasis actuelles, ainsi que le polymorphisme assez marqué chez le

PLAN DIRECTEUR GENERAL DE DEVELOPPEMENT  
DES REGIONS SAHARIENNES

Lot 1 - Phase 1 - Indicateurs de developpement

Agriculture : Palmeraies

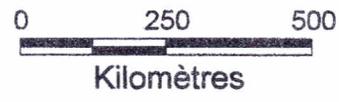
CDARS



Superficie des palmeraies  
par commune

- 5 000 ha
- 2 500 ha
- 500 ha

- frontière Algérienne
- Limites de commune
- Limites de R.N.S
- Biskra
- Ziban
- Chef lieu de Wilayat
- Toponymie des R.N.S.



Source : fond cartographique CDARS

palmier dattier, par le fait de son caractère dioïque, il était nécessaire de pousser les analyses et évaluations inter et surtout intracultivars à un niveau plus global qui prend en considération la dissémination plus ou moins large des principaux cultivars répertoriés à partir de la base de données palmier dattier (Date Palm Genetic Resources Information System) installée au niveau de l'URZA et du CDARS.

Cette approche nous a permis, dans un premier temps, à effectuer un premier travail de caractérisation et d'évaluation de la variabilité intra et inter d'une quinzaine de cultivars existants dans trois régions du Bas Sahara (*Ouargla, Oued Righ et Souf*).

Cet effort d'évaluation serait d'une grande utilité pour lever certaines ambiguïtés rencontrées telles que :

- les cas d'homonymie et de synonymie,
- le comportement d'un cultivar dans des biotopes différents,
- l'appréciation de la stabilité des caractères de certaines variétés.

Par ailleurs, l'utilisation récente de nouveaux descripteurs, tels que les marqueurs moléculaires dans les travaux de caractérisation des espèces végétales, pourrait servir de référentiel permettant de valider la fiabilité de la caractérisation morphologique et ethnobotanique, qui reste encore une méthode simple, moins exigeante en technicité et moins coûteuse.

## 1- Méthodologie de prospection

La méthodologie adoptée durant les différentes campagnes de prospection est celle par échantillonnage, standardisée lors de l'Atelier Maghrébin sur les méthodologies de prospection des palmeraies en Mai 1990 à El-Méniaa (Collectif Atelier d'El-Méniaa, 1990). Cette méthode se déroule en trois phases successives :

- Une phase d'enquête et de repérage, qui consiste en l'établissement d'un listing des cultivars et d'un zonage des palmeraies, avec un pas d'échantillonnage de 50 Km environ.
- Une phase d'échantillonnage global, au moment de la maturité générale des fruits pour un prélèvement d'une quarantaine de dattes grapillées sur plusieurs régimes d'un même palmier.

- Une phase d'échantillonnage complémentaire qui est prévue pour les cultivars précoces ou tardifs.

Pour l'évaluation de la variabilité inter et intra des principaux cultivars en Algérie, une cinquantaine de cultivars, ayant une distribution géographique large, ont été répertoriés.

Concernant l'étude de la variabilité inter et intra d'une quinzaine de cultivars dans les régions de *Ouargla, Oued Righ et du Souf*, l'échantillonnage a été refait une deuxième fois et de façon plus précise pour les cultivars ciblés à partir du listing national. A ce titre, 104 individus ont été échantillonnés pour 14 variétés : *AMMARI, AJINA, BAYD HMAM, BENTQBALA, BU'RUS, DEGLA BAYDA, DEGLET NOUR, GHARS, HALWA, LITIM, TAFZWIN, TAKERMUST, TANTBUCHT, TINISIN*. (DOUADI, 1996)

Les prospections ont été effectuées, sur le terrain, au moment de la récolte des dattes. Des échantillons de dattes, de palmes et de spadices ont été prélevés sur plusieurs individus de chaque cultivars.

Pour le reste des cultivars principaux, objet de l'étude, un travail d'homogénéisation et de dépouillement des données a été déjà entrepris. Un échantillonnage complémentaire a été réalisé au niveau des régions du Mzab et du Touat, pour les caractères végétatifs des palmes et des spadices.

## 2- Traitement des données et Résultats

La méthode d'analyse adoptée pour le traitement des données est l'analyse factorielle des correspondances multiples (AFCm). C'est une méthode multidimensionnelle permettant de traiter à la fois plusieurs variables qualitatives et quantitatives.

L'outil statistique utilisé est le logiciel STATITCF, qui offre la possibilité d'analyser un maximum de 60 variables et 1500 individus.

Pour notre cas, nous avons procédé à des analyses partielles en fonction du type de descripteur (caractéristiques générales du cultivars, caractères du fruit et de la graine, caractères végétatifs des palmes et des spadices ou inflorescences). Et compte tenu de la limite de capacité du logiciel à 60 variables, une analyse globale a été effectuée sur les caractères les plus contributifs à

l'inertie des axes factoriels déterminés dans les analyses partielles et ce pour l'ensemble des individus.

Pour mettre en évidence la variabilité intracultivar, ces mêmes variables contributives ont été appliquées à d'autres analyses partielles pour chaque cultivar.

Dans cet article, nous présentons, à titre d'exemple, une analyse globale sur tous les caractères contributifs et pour l'ensemble des individus échantillonnés.

## 2.1- Analyse factorielle des correspondances multiples (AFCm) sur tous les caractères contributifs

### 2.1.1- Sélection des données

Au cours des différentes applications de l'analyse factorielle des correspondances, certaines variables ont été éliminées car elles sont discriminantes ou elles ont une faible contribution à l'inertie totale des axes factoriels, d'ou :

- les caractéristiques générales représentées par 15 variables avec 63 modalités,
- les caractères morphologiques du fruit et de la graine représentés par 31 variables avec 77 modalités et
- les caractères végétatifs représentés par 52 variables avec 123 modalités.

Soit un total de 98 variables avec 263 modalités. Après l'élimination et le regroupement de certaines modalités, on obtient un total de 59 variables avec 128 modalités. Les 39 variables éliminées n'ont pas été rajoutées comme variables supplémentaires vue la capacité du logiciel.

### 2.1.2- Caractéristiques des axes

Nous présentons les valeurs propres et les pourcentages d'inertie et cumule des cinq premiers axes factoriels dans le tableau ci-dessous :

AXES	VALEUR PROPRE	% D'INERTIE	% CUMULEE
1	0.14	12	12
2	0.12	10	23
3	0.10	08	31
4	0.07	06	37
5	0.06	05	43

### 2.1.3- Nuage des points

Le choix du plan factoriel est en fonction des informations que donnent ses axes ainsi que l'objectif de l'AFC. Ce qui est recherché dans ce cas, est la détermination de la variabilité à la fois intra et inter des cultivars du palmier dattier avec toutes les variables contributives (ayant un cosinus carré élevé c'est-à-dire une bonne qualité de représentation ).

### 2.1.4- Nuage des variables

Le plan factoriel montre la distribution des caractères contributifs des quatre fiches descriptives des cultivars échantillonnés dans les régions d'étude. Pour notre cas, le plan choisi est celui qui est formé par les axes factoriels un et deux (1:2) avec une contribution à l'inertie totale de 22 %. De ce plan, on peut remarquer l'opposition des modalités soit à l'un des axes factoriels ou bien à l'une des diagonales. (Voir figure n°5)

### 2.1.5- Nuage des cultivars

La figure n°5 représente la répartition des cultivars échantillonnés dans les régions d'étude. Ce nuage est discontinu et a été divisé en quatre groupes bien distincts.

#### 1<sup>er</sup> GROUPE :

Ce groupe est situé dans la partie positive des deux axes factoriels. Il est formé par des cultivars présentant les caractéristiques suivantes :

Texture fibreuse, goût aigre, consistance dure, situation du pore germinatif distale, longueur de la penne du bas entre 26 et 52 cm, nombre total d'épillet portant moins de 10 dattes de 32 à 63... Ces cultivars sont *DEGLA BAYDA*, *KENTICHI*, *' AMMARI*.

#### 2<sup>ème</sup> GROUPE :

Il est situé dans la partie positive du deuxième axe et la partie négative du premier axe Il est formé de cultivars possédant les caractéristiques suivantes :

courbure faible de la couronne basale, pore germinatif proximal et en relief, taux des pennes rétrorse de 27 %, couleur *Bser* rouge et épicarpe épais. Ces cultivars sont *'ABDEL'AZZAZ et HAMRAYA*.

### 3<sup>ème</sup> GROUPE :

Il est situé à l'opposé du deuxième groupe par rapport à la diagonale. Ce groupe est composé par plusieurs cultivars ayant les caractéristiques suivantes:

goût acidulé, longueur de la partie épineuse comprise entre 115 et 192 cm.

Il s'agit des variétés suivantes : *GHARS et LITIM*.

### 4<sup>ème</sup> GROUPE :

Il est situé à l'opposé du premier groupe par rapport à la diagonale. Ce groupe est hétérogène, formé par des cultivars présentant les caractéristiques suivantes :

Des dattes très appréciées, au goût parfumé, sensible à la fusariose, n'ayant aucun moyen de conservation, consommées à l'état frais, consistance molle, nombre total d'épillet portant de 10 à 20 dattes, de 38 à 72, couleur Tmar marron et plasticité tendre. Il s'agit des cultivars *DEGLET NOOR et 'AJINA*.

## Conclusion

L'utilisation des caractéristiques générales des cultivars a montré une variabilité inter-cultivars apparente, mais insuffisante pour l'identification précise de tous les cultivars soumis à cette analyse.

Les caractères morphologiques du fruit et de la graine ont révélé une meilleure discrimination des cultivars. Le descripteur des fruits présente une forte contribution par rapport à ceux de la graine.

Les caractères végétatifs présente également une variabilité inter-cultivars distincte d'origine génotypique ou en étroite relation avec les conditions extrinsèques.

Les caractères des inflorescences contribuent aussi à l'identification des cultivars mais de façon moins importante par rapport à ceux du fruit.

Par ailleurs, l'analyse globale des cultivars sur les variables les plus contributives nous a permis de déduire que les caractères végétatifs et inflorescentiels participent fortement à la dispersion du nuage vu l'importance du nombre de modalités.

Enfin, ce travail n'est qu'une première ébauche de l'exploitation des résultats antérieurs d'évaluation de la diversité. La même démarche est en cours pour les cultivars ayant une aire de culture large à travers les différentes régions phoenicoles en vue d'une meilleure connaissance de nos ressources naturelles, de leur valorisation et préservation futures.

## Références Bibliographiques

- Benkhalifa A., 1989, Les ressources génétiques du palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) et lutte contre la fusariose. Organisation de la variabilité des cultivars du Dattier des palmeraies du Sud-Ouest algérien. Thèse Magister en biologie végétale, 124 p.
- Benkhalifa A. et S. Benmalek, 1990, Rapport de mission de prospection dans les palmeraies du M'zab, URZA-USTHB, El Méniaa.
- Benkhalifa A., S. Hannachi et D. Khitri, 1991, Inventaire et échantillonnage des cultivars de dattier des palmeraies de la Daïra de Hjira, Rapport de mission de prospection 6 p. multigr.
- Benmalek S. et A. Chethouna, 1991, Rapport de mission de prospection des palmeraies du Souf, URZA/INFSAS, 20 p. multigr.
- Bounaga N. et R.A. Brac de la Perrière, 1988, Les ressources phylogénétiques du Sahara, séminaire national sur les ressources phylogénétiques, Ann. Inst. Nat. Agr. El-Harrach, Vol.12, T1,79-90.
- Bounaga N., J.Carbonnier, S. Fakir et A.Rhouma, 1990, Palmeraies algériennes, du 08 au 24 Fev. 1990, 74 p.
- Brac de la Perrière R.A., 1983, Rapport de mission de prospection dans la wilaya d'Adrar du 5 au 18 Nov. 1983, URZA-USTHB Béni Abbès,33 p. multigr.
- Brac de la Perrière R.A. et A. Benkhalifa, 1985, Rapport de mission de prospection dans la wilaya de Béchar du 26 Oct. au 11 Nov. 1985, URZA-USTHB Béni Abbès, 44 p. multigr.
- Brac de la Perrière R.A., 1986, Rapport de mission de prospection des palmeraies du Tidikelt, du 07 au 17 Oct. 1986, URZA-USTHB Béni Abbès, 33 p. multigr.
- Brac de la Perrière R.A., 1988, Les recherches sur les ressources génétiques du palmier dattier en Algérie, séminaire national sur les ressources phylogénétiques, Ann. Inst. Nat. Agr. El-Harrach, Vol. 12 (1), T1, 1988, 493-506.
- Brac de la Perrière R.A. et N. Bounaga, 1990, Etude du verger phoenicole d'une palmeraie traditionnelle (Béni Abbès, Sud-Ouest algérien), Inventaire exhaustif et composition variétale, Rev. Rés. Amélior. Agr. Milieu Aride, 1990, P. 2, 9-18.
- Brac de la Perrière R.A. et A. Benkhalifa, 1989, Identification des cultivars de dattiers (Phoenix dactylifera L.) du Sud Ouest algérien, Plant Genetic Ressources Newsletter, IBPFR Juin/Septembre 1989,78/79,13-19.
- Brac de la Perrière R.A. et A. Benkhalifa, 1991, La progression de la fusariose du palmier dattier en Algérie, Rev. Sécheresse ; 2 (2) ; 119-128.
- Brac de la Perrière R.A., A. Chethouna et A. Maane, 1991, Rapport de mission de prospection des palmeraies du Tassili, URZA/INFSAS/CDARS, multigr. 14 p.
- Brac de la Perrière R.A., S. Hannachi et D. Khitri, 1992, Rapport de mission de prospection de la palmeraie de Djanet, URZA/CDARS (Juillet 1992), 6 p. multigr.
- Ceard L. Et Raynaud R., 1930, La palmeraie de Colomb-Béchar, Arch. Inst. Pasteur Algérie, T. IX, n°3-4, PP. 396-465.
- Chethouna A., 1992. Inventaire et caractérisation des cultivars de Dattier (Phoenix dactylifera L.) dans deux régions du Sud.Est Algérien : Souf et Tassili : Organisation de la variabilité des caractères morphologiques et estimation de l'érosion de la diversité du verger, Mémoire Ing. d'Etat INFS/AS Ouargla, 80 p.

- Collectif, 1990, Atelier d'El-Méniaa, Le palmier dattier, méthodologie de prospection, Bull. Amélio. Prod. Agr. Milieu Aride, PP. 5, 79-92.
- Cosson MM. E. Et P. Jamin, 1855, De la culture du Dattier dans les Oasis des Ziban, PP. 36-51.
- Hannachi S. et D. Khitri, 1991, Inventaire et Identification des Cultivars de Dattier de la cuvette de Ouargla. Organisation de la variabilité, Mémoire d'Ing. d'Etat Agr. Sah., ITAS Ouargla, 82 p.
- Hannachi S., 1992, Rapport de mission de prospection de la palmeraie de In Salah, CDARS, Juillet 1992, 5 p. multigr.
- Hannachi S. et M. Messaoud, 1991, Rapport de mission de prospection des palmeraies de la wilaya de Biskra du 18 au 30 Oct.1991, CDARS/INFSAS, 22 p. multigr.
- Khitri D. et O. Taabli, 1991, Rapport de mission de prospection des palmeraies de l'Oued Righ du 18 Oct. au 06 Nov. 1991, CDARS/INFSAS, 27 p. multigr.
- Maatallah A., 1969, Note sur les variétés de dattiers cultivées en Algérie, I.N.R.A. Algérie.
- Malençon G., 1947, Mission d'étude dans les oasis d'Aïn Sefra et l'annexe du Tidikelt concernant une maladie du palmier dattier, Ann. Inst. Agr. Alg., Décembre 1947, III, 2, PP. 13-24.
- Martin A.G.P., 1908, Les oasis sahariennes : Gourara, Tidikelt, Touat, Paris, 404 p.
- Messaoudi M., 1991, Inventaire et échantillonnage des cultivars de Dattier (*Phoenix dactylifera* L.) des palmeraies de la wilaya de Biskra, Mémoire Ing. d'Etat Agr. Sah. INFS/AS Ouargla, 77 p.
- Nixon R.W., 1949, Prospection américaine à Ouargla, 34 fiches de caractérisation des dattiers multigr.
- Nixon R.W., 1950, Imported varieties of dates in the United States, Circular n°834, Dept. Of Agr. Washington, July 1950, 144 p.
- Nixon R.W., 1966, Growing dates in United States, Bull. N°207, Agr. Research Service, U.S.A, 51 p.
- Pereau Leroy P., 1958, Le palmier dattier au Maroc, Inst. Français de Recherches Fruitières Outre Mer, PP. 89-95.
- Rhouma A., 1994, Le palmier Dattier en Tunisie, I. Le patrimoine génétique, Vol. I, INRA de Tunisie, Ed. Arabesques, 254 p.
- Sigwarth G., 1951, Le palmier dattier à Djanet, Inst. Rech; Sahar., Monographie régionale n°1, 108 p.
- Taabli O., 1992, Ressources génétiques du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) de la vallée de l'Oued Righ: Evaluation de la variabilité et Estimation de l'érosion de la diversité du verger phoenicicole, Mémoire Ing. d'Etat Agr. Sah. INFS/AS Ouargla, 76 p.
- Douadi A., 1996, Evaluation de la variabilité intra et inter d'une quinzaine de cultivars dans les régions de Ouargla, Oued Righ et Souf, Mémoire Ing. d'Etat Agr. Sah. INFS/AS Ouargla.
- Hannachi S., D. Khitri, A. Benkhalifa, R.A. Brac De La Perrière, 1998, Inventaire variétal de la palmeraie algérienne, Co-édition CDARS/URZA, Mars 1998.
- Hannachi S., D. Khitri, A. Benkhalifa, R.A. Brac De La Perrière, 1999, Synthèse des travaux d'inventaire variétal de la palmeraie algérienne, 6ème journées sur les activités de recherche en sciences agronomiques, Dept. Agr. Univ. Mostaganem, Novembre 1999, multigr.

## EFFET DU FROID ET DES ATMOSPHERES MODIFIEES SUR LA MICROFLORE DE LA DATTE DEGLET NOUR TRAITEE AU DF 100 EN COURS DE STOCKAGE.

### Identification de la flore moisissure.

KHALI Mustapha & SELSELET-ATTOU Ghalem

Institut des Sciences de la nature / Université de Mostaganem.

B.P. : 118 27 000 MOSTAGANEM

Tél. 213 6 21 04 50 / Fax. 213 6 21 47 43

C.R.S.T.R.A.

Tél/Fax : 213-2-35-31-47-46

#### Résumé :

L'évolution de la microflore (flore mésophile totale et flore fongique) de la datte Deglet Nour traitée par voie chimique au GFSE (extrait de graines de pamplemousse) ou DF 100 a été étudiée. L'entreposage en film polyéthylène (atmosphère modifiée) a été effectué à température ambiante et à 10°C.

Les résultats obtenus montrent que la charge moyenne enregistrée en germes mésophiles totaux et en germes fongiques est fortement diminuée dans les lots de datte traités au DF 100 (de 75% et 83,13% respectivement). Cette tendance à la diminution se poursuit durant le stockage.

Les lots de datte traités - réfrigérés présentent une très bonne qualité hygiénique. L'effet de atmosphères modifiées s'est traduit par une très , bonne tenue de la datte tout au long du stockage.

La combinaison froid - atmosphères modifiées semble garantir la meilleure conservation de la datte et des diminutions respectives de 85% et de 62,5 de la flore mésophile totale et de la flore fongique ont été enregistrées au 5ème mois de stockage comparativement aux lots non stockés.

Au cours du stockage, le DF 100 ne semble pas empêcher la recontamination de la datte, et les lots aussi bien traités ou non, emballés ou réfrigérés présentent des augmentations en germes mésophiles totaux et en germes fongiques. Toutefois, l'effet du DF 100 semble plus efficace sur la flore totale que sur la flore fongique.

Les espèces identifiées appartiennent majoritairement aux genres *Penicillium* et *Aspergillus*. Toutefois, certaines flores de *Rhizopus* et *Alternaria* ont également été identifiées.

**Mots-clés :** Datte - Microflore - DF 100 - Froid - Atmosphères modifiées - Stockage.

## تأثير البرودة و التغليف أثناء التخزين على التركيبة الميكروبيولوجية للتمر دقلة نور المعالج كيميائيا ( DF 100 ) التعرف على الخمائر

### ملخص:

لقد تمت دراسة تأثير المعالجة الكيميائية بواسطة مستخلص بذرات الليمون الهندي على التركيبة الميكروبيولوجية ( الفلورة العامة و الفلورة الفطرية ) للتمر دقلة نور المحفوظ في شرائط البولييثيلين ( PE ) و في درجة حرارة 10°C. قد بينت النتائج أن عدد الأحياء الدقيقة و الأحياء الفطرية قد تقلص بقوة في التمور المعالجة بمادة DF 100 (من 75 % إلى 83,3% على التوالي) و يتواصل هذا الإنخفاض أثناء التخزين .

و قد تبين أن البرودة و التغليف يضمنان تخزين أحسن للتمر أين تم تسجيل إنخفاضات بنسبة 85 % و 62,5 % للفلورة العامة و الفلورة الفطرية على التوالي , و ذلك في الشهر الخامس من التخزين , مقارنة بالعينات الغير المخزنة . إلا أنه , يبدو أن تأثير DF 100 يتقلص أثناء التخزين حيث أنه لا يمنع تلوث عينات التمر , مغلفة أو مبردة كانت أين لاحظنا زيادات في نسبة الحمولة الميكروبيولوجية .

أما الأنواع التي تم التعرف عليها فتتبع في غالبيتها إلى أجناس *Aspergillus* و *Penicillium* كما تم العثور على

بعض الأنواع من جنسي *Rhizopus* و *Alternaria* .

## INTRODUCTION

L'Algérie occupe le cinquième rang mondial parmi les pays producteurs de dattes, et le premier rang dans la production de la variété Deglet Nour, hautement appréciée. Avec près de neuf millions de palmiers, elle produit annuellement une moyenne de  $220.10^3$  tonnes, principalement dans les palmeraies du sud-est Algérien. Néanmoins, et selon certains témoignages, elle enregistre les pertes annuelles de près de 70 à 80% de sa production dattière.

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) a fait l'objet de nombreuses études en Algérie, notamment sur le plan phytopathologique contre le bayoud (Djerbi, 1982) et au plan entomologique contre le ver de la datte *Ectomyelois ceratoniae* Zellers (Doumandji-Mitiche, 1989). Par contre les caractéristiques microbiologiques du fruit et sa qualité technologique restent faiblement explorées. La durée de vie marchande relativement courte des dattes molles et demi-molles ainsi que leur susceptibilité à l'infestation et à l'altération par différents types de micro-organismes les rend très vulnérables (Al-Bakir, 1964; Al-Hassan & Abbas, 1986).

La richesse de la datte en sucres ( glucose, fructose et saccharose ) et en divers nutriments en fait l'objet de nombreuses attaques et altérations. Cette microflore utilise les sucres pour produire des acides organiques (Khatchadourian, 1987). Il s'agit principalement des genres *Bacillus* et *Micrococcureae* pour les bactéries, *Aspergillus*, *Penallium*, *Alternaria* pour les moisissures et *Zygosaccharomyces*, *Torula*, *Candida* et *Saccharomyces* pour les levures ( El-Shaickly et al., 1986)

La pulpe de datte offre une humidité favorable au développement de moisissures des genres *Penicillium*, *Rhizopus* et *Aspergillus*. Leur mycellium yahia recouvre la pulpe de datte avec production de spores noires , les rendant impropres à la consommation. Les moisissures responsables de l'inversion du saccharose altèrent ainsi l'aspect externe des dattes , alors que les bactéries causent leur aigrissement. (El-Shaickaly et al., 1986 ).

L'intensité de la contamination microbienne varie d'une manière irrégulière aux stades de maturation du fruit. Des variétés Irakiennes telles Khastawi, Maktoom et Tabarza montrent des niveaux irréguliers de contamination qui se prolonge au stade tamar. La contamination microbienne de ce fruit a été étudiée pour différentes raisons, la teneur élevée en sucres solubles qui pourraient plasmolyser les cellules envahissantes et la rigidité de la membrane durant les différents stades de maturité. D'autres facteurs favorisent la contamination microbienne et l'altération tels que les changements physico-chimiques du fruit durant la maturité, le pH modéré (proche de la neutralité), les variations dans les conditions météorologiques ( température et humidité) associés aux variations liées à la maturation du fruit (Mark & Stadtman, 1946; Al-Hassan & Abbas, 1986; Al-Shaickly et al., 1986)

La contamination par la flore fongique (levures + moisissures) semble indépendante du stade de maturation et de la variété de la datte. Elle est toujours associée aux échanges des constituants chimiques et hygroscopiques avec le milieu environnant (El-Shaickaly et al., 1986).

Le froid permet un stockage de longue durée des dattes (Estanov, 1990). Il permet de limiter la perte de poids, de différer le brunissement et de stabiliser l'acidité et les caractéristiques organoleptiques. Il semble que l'attaque le *Myelois* serait quelque peu inhibée par le froid (Kamal, 1995). La population microbienne est considérablement réduite (Anonyme, 1989).

Le DF100 ( extrait des graines de pamplemousse ) possède un pouvoir antioxydant efficace. Il permet de prolonger la conservation des fruits et légumes et agit en tant qu'antifongique et bactéricide ( Evernat, 1992 ). Les atmosphères modifiées peuvent également protéger efficacement les produits alimentaires contre les altérations microbiennes et la perte de qualité entraînant une meilleure conservation à long terme de ces produits ( Brody, 1996 ; Guilbert et al., 1996 ).

## MATERIEL ET METHODES

Les échantillons de la datte Deglet-Nour à maturité physiologique au stade « tamar » (Munier, 1973) ont été collectés dans la palmeraie de Tolga de la Wilaya de Biskra du sud-est Algérien. Le traitement chimique a été effectué par trempage dans une solution de DF100 d'une concentration de 75 ppm pendant 20 secondes. Les lots sont emballés après égouttage dans un film polyéthylène étirable de 35  $\mu$ m d'épaisseur. Les lots témoins sont emballés dans un film non étanche (macroperforé). L'entreposage est réalisé en chambre froide à 10°C et à une humidité non contrôlée de 87 à 90% pendant une durée de 05 mois. Un témoin à température ambiante et une H.R de 75 à 80% est constitué.

L'emballage est confectionné en unité élémentaire de 01 kg.

Constitution des lots expérimentaux :

Température ambiante	10°C
Lot 1 ( Non traité-non emballé )	Lot 5 ( Non traité- non emballé )
Lot 2 (Non traité - emballé )	Lot 6 (Non traité - emballé )
Lot 3 (Traité - non emballé )	Lot 7 ( Traité - non emballé )
Lot 4 (Traité - emballé)	Lot 8 (Traité - emballé)

Toutes les analyses ont été effectuées en double.

1 - Dénombrement des germes totaux : 10 g de dattes sont broyés dans un mortier stérile en présence de 90 ml de TSE. Les dilutions sont effectuées à partir de cette solution mère et 1 ml de chaque dilution sontensemencés en milieu TGEA et incubés à 30°C pendant 48 heures (Guiraud & Galzy, 1980). Le dénombrement est effectué à l'aide d'un compteur de colonies.

2 - Le dénombrement de la flore fongique : elle est dénombrée par culture sur milieu OGA après incubation à 25°C durant 05 jours (Guiraud & Galzy, 1980).

3 - Identification : les isolats de moisissures ont été identifiés en se basant sur les caractères morphologiques macroscopiques des colonies et des caractères morphologiques des spores en utilisant les méthodes de Harrigon & Mc Cane (1973) et Barnett & Hunter (1976).

## RESULTATS ET DISCUSSION

### 1 - Germes totaux :

La figure (1a) illustre l'évolution des germes totaux dans la datte stockée à température ambiante. Les lots de dattes traitées chimiquement au DF100 montrent des charges microbiennes nettement inférieures par rapport aux lots non traités. Le traitement au DF100 entraîne une chute de 75% du nombre de germes totaux; les lots ainsi traités conservent cette qualité tout au long du stockage.

L'effet des atmosphères modifiées apparaît au cours du stockage où le nombre de germes totaux est inférieur à celui du lot témoin non emballé. Les dattes traitées - emballées ont de loin le meilleur comportement et la qualité hygiénique reste meilleure jusqu'à la fin du stockage.

Le stockage au froid montre des charges en germes totaux dans les différents lots de datte inférieures à celles dénombrées dans leurs témoins respectifs stockés à température ambiante. (fig. 1b). Le froid abaissant l'activité de l'eau, diminue la multiplication microbienne et préserve les stocks de datte des altérations par la flore mésophile.

La combinaison du traitement au DF100 aux atmosphères modifiées au cours du stockage à 10°C permet d'observer la meilleure qualité microbiologique dans ces lots de datte qui montrent une aptitude à un stockage de plus longue durée.

### 2 - La flore fongique :

Le traitement au DF100 de la datte réduit remarquablement la flore fongique (83,12%). Les lots de datte ainsi traitée conservent par contre moins bien cette qualité et de nombreuses augmentations en germes fongiques sont enregistrées au cours du stockage ( Fig. 2a).

L'emballage dans les films de PE assure une barrière efficace à la contamination microbienne et des charges moins importantes sont notées par rapport aux lots non emballés tout au long du stockage. Les films en PE montrent des effets très positifs sur l'évolution de cette flore fongique qui bien qu'elle poursuive son augmentation reste en moindres proportions. Ainsi, au 4<sup>ème</sup> mois de stockage, cette flore représente 40% seulement de celle dénombrée dans le lot non emballé. Dans les lots traités au DF100, l'effet des atmosphères modifiées persiste au cours de toute la durée de stockage.

Le stockage au froid (10°C) montre une flore fongique moins importante dans les lots par de datte par rapport à leurs témoins stockés à température ambiante. Ainsi et dès le premier mois de stockage à 10°C, le lot de datte non traitée montre une baisse de 35,49% par rapport à son témoin à température ambiante, alors qu'elle est de 54% dans les lots traités.

Les atmosphères modifiées présentent au cours du stockage à 10°C un effet bénéfique pour les lots de datte stockés aussi bien traités que non traités. L'association des atmosphères modifiées au traitement au DF100 permet de garantir un meilleur comportement des stocks de datte et bien que des augmentations parfois importantes soient enregistrées au 5<sup>ème</sup> et dernier mois de stockage ( 48% dans le lot non traité ), ces stocks de datte conservent une excellente qualité.

Néanmoins, une interprétation complète de l'évolution de la flore fongique passe nécessairement par l'étude de l'évolution de la flore levure et la flore moisissure séparément.

### 3 - Les levures :

L'importante sensibilité des levures au DF100 (réduction de 81,66% juste après traitement ) s'atténue au fur et à mesure du stockage où d'importantes charges sont enregistrées dans les lots de datte traités particulièrement ceux stockés à température ambiante. L'effet du froid semble plus visible sur la diminution du nombre de levures comparé à l'action du DF100 et le développement des levures reste plus tempéré. Par contre, les atmosphères modifiées jouent un rôle plus déterminant et tous les lots emballés ont montré une diminution ou à défaut un stabilité de la flore levure par rapport à leurs témoins respectifs. Les meilleurs lots de datte restent les lots emballés et entreposés au froid indépendamment du traitement appliqué.

### 4 - Les moisissures :

L'évolution des moisissures montre une allure comparable à celle des levures. Initialement en nombre un peu plus important que les levures, les moisissures montrent une plus grande sensibilité au DF100 et une réduction de 84% est observée dans le lot traité comparé à son témoin. Néanmoins, l'effet du DF100 ne persiste pas en cours du stockage et on assiste même à des reprises de croissance des moisissures notamment à température ambiante. L'emballage en films PE montre par contre, un effet très positif dans la préservation des stocks de datte même à température ambiante. Les lots emballés non traité présentent une flore moisissure remarquablement réduite (de 76% au 5<sup>ème</sup> mois) concurrençant facilement les lots traités et emballés, confirmant ainsi, l'absence d'effet du DF100 dans le temps.

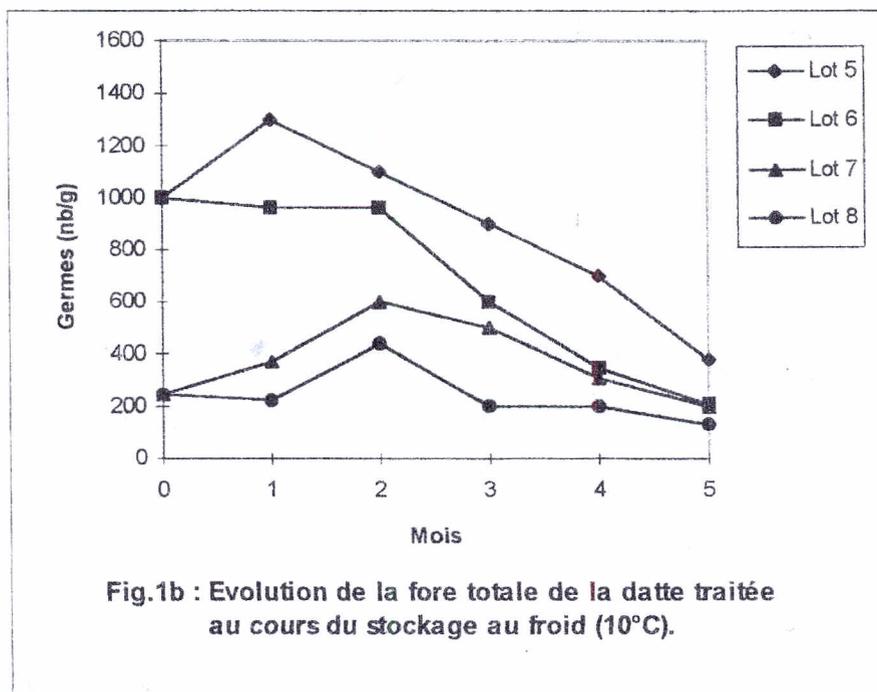
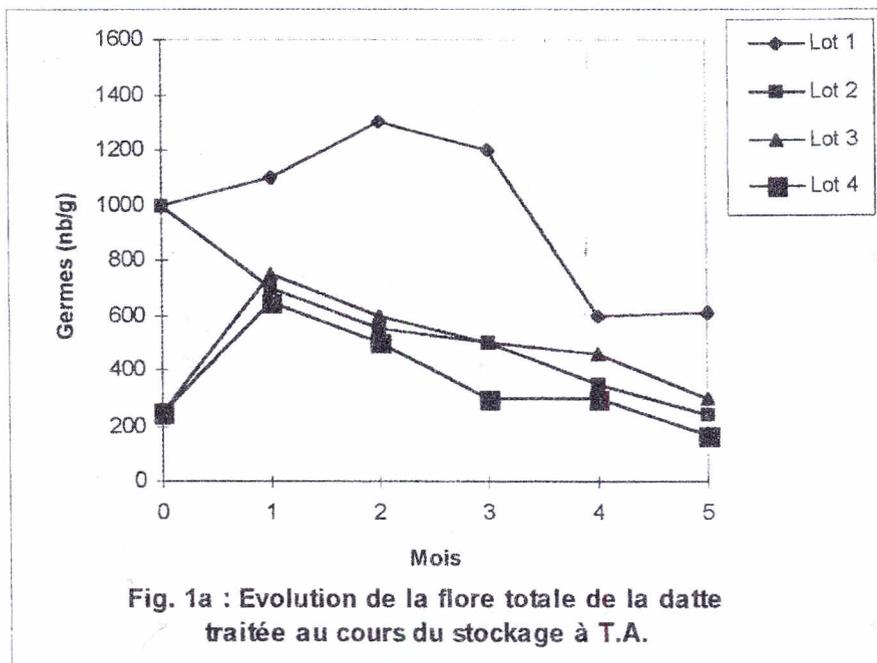
### 5 - Identification :

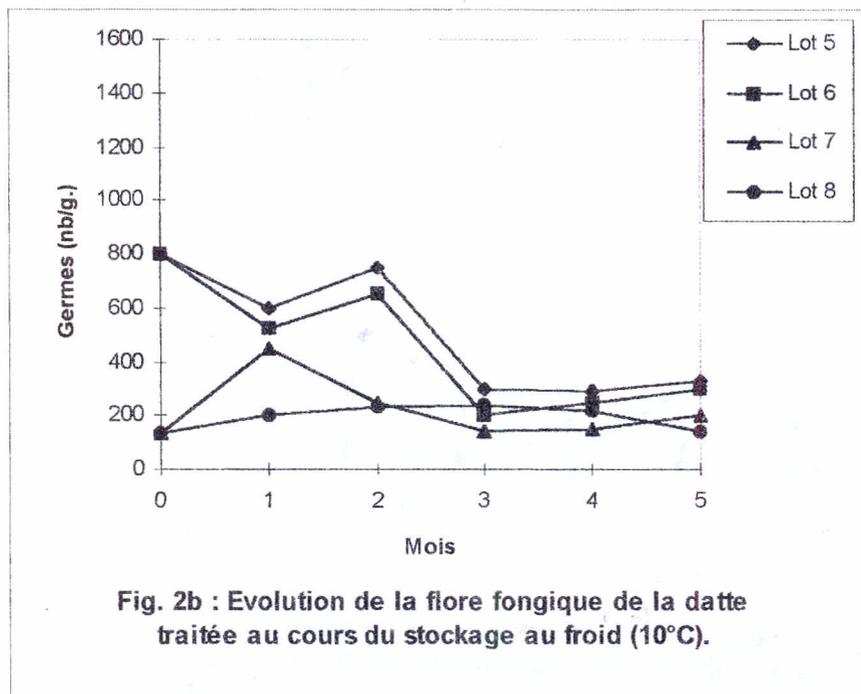
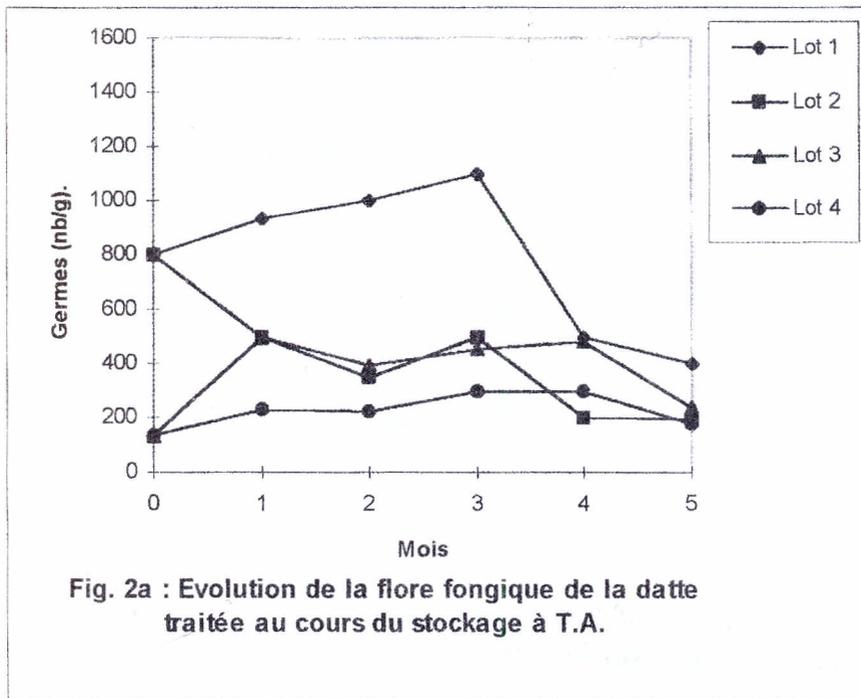
Les moisissures identifiées représentent les contaminants fongiques habituels des stocks de datte indépendamment du traitement au DF100 appliqué. Il s'agit principalement des genres *Aspergillus* et *Penicillium* les plus dominants à tous les niveaux stockage et de traitements, suivis des genres *Alternaria* et *Rhizopus*. Ces mêmes genres ont été retrouvés par El-Chaickly et al., 1986). Quelques espèces ont pu être identifiées (Fig. 5 ).

## CONCLUSION

Il apparaît que le développement de la flore totale mésophile de la datte est considérablement réduite par le traitement au DF100. Cependant, cet effet dépressif également observé sur le développement de la flore fongique, semble peu persister au cours du stockage. La sensibilité des levures et des moisissures au DF100 diminue au fur et à mesure du stockage. Le froid par contre, stabilise clairement la flore totale et la flore mésophile durant tout le stockage.

Les atmosphères modifiées semblent jouer un rôle très important dans la réduction du développement des différentes flores de la datte entreposées ayant ou non subi le traitement. La combinaison traitement au DF100 - atmosphères modifiées semble assurer la meilleure qualité hygiénique.





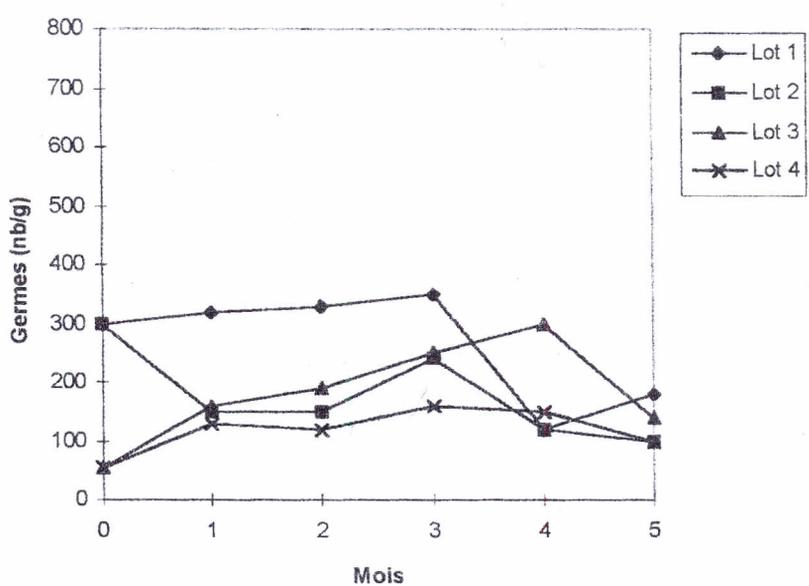


Fig. 3a : Evolution de la flore levure de la datte traitée en cours du stockage à T.A.

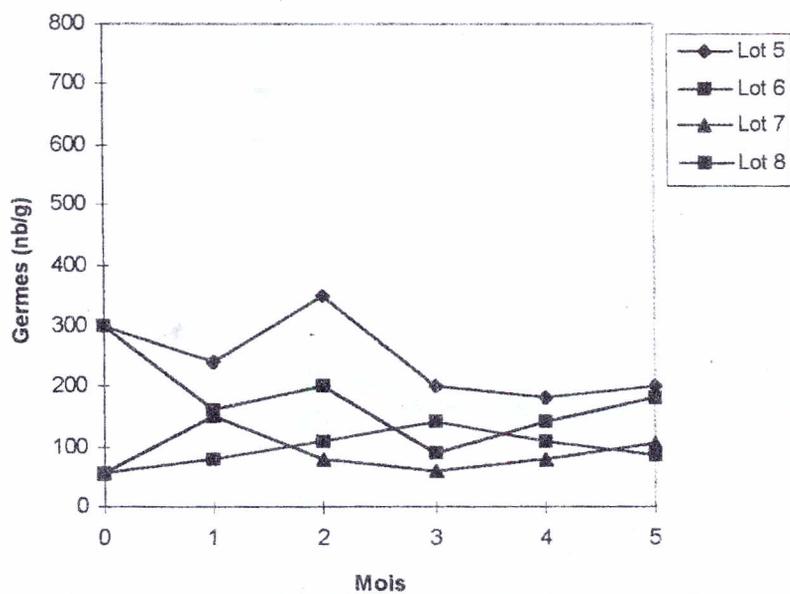
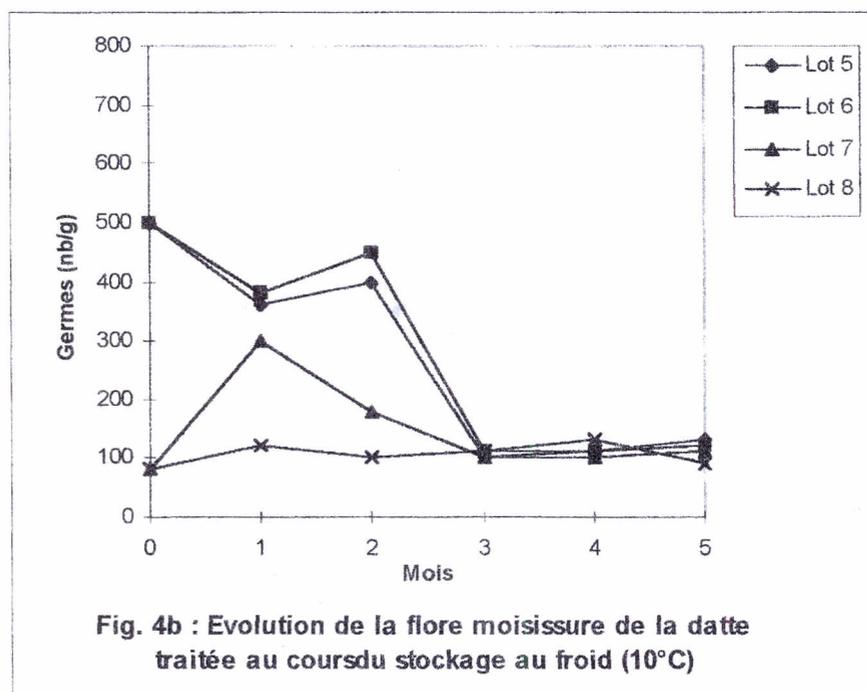
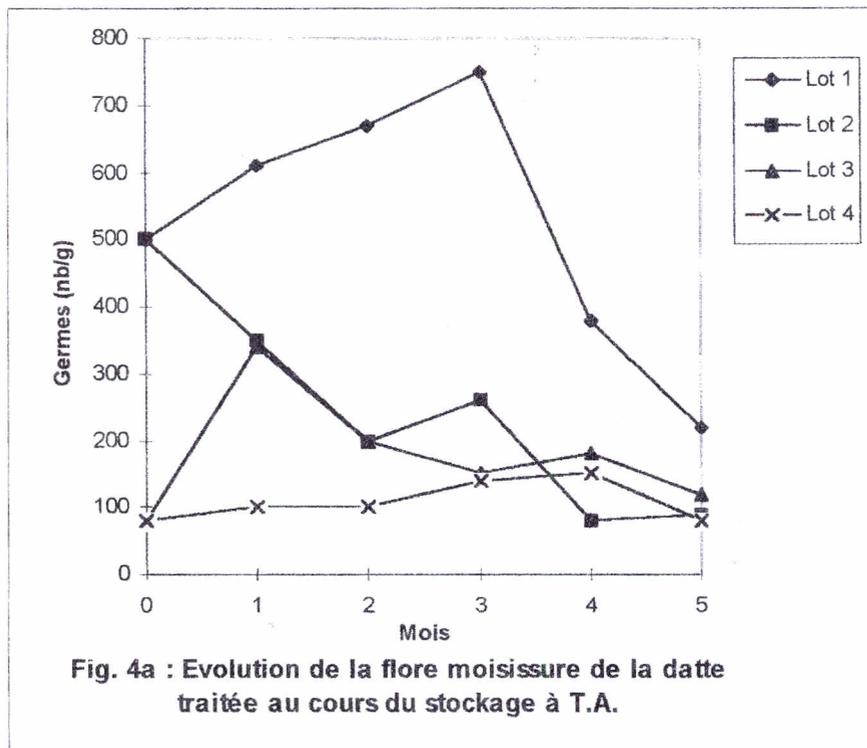


Fig. 3b : Evolution de la flore levure de la datte traitée en cours du stockage au froid(10°C).



# Qu'en est-il de la production fourragère dans l'agriculture saharienne?

**CHAABENA Ahmed\* et ABDELGUERFI Aissa\*\***

\* Institut d'Hydraulique et d'Agronomie Saharienne, Centre Universitaire de Ouargla

Département Agronomie Saharienne

\*\* Institut National Agronomique, El-Harrach. Département Phytotechnie

## Résumé

L'agriculture, dans les wilayate sahariennes, présente des particularités fondamentales qui la distinguent de "l'agriculture classique". Elle est caractérisée par des conditions de production très difficiles et des vocations différentes d'une zone à l'autre, dans des centres de culture souvent isolés.

L'amélioration et le maintien de la fertilité du sol dans ces régions désertiques nécessitent l'utilisation de fortes doses de fumure organique (30 à 40 tonnes/ha/an). L'élevage s'impose donc comme une servitude pour l'exploitation agricole oasisienne, du fait de la demande importante en fumier. Et le rôle des cultures fourragères est lié en grande partie au rôle de l'élevage qui les valorise. Par ailleurs, ces cultures ont aussi d'autres intérêts agronomiques et économiques:

- Elles permettent d'améliorer la structure et la fertilité du sol. L'exemple typique est celui des légumineuses fourragères.
- Elles contribuent à l'augmentation de la superficie technique de l'exploitation par la pratique de cultures dérobées.
- Elles peuvent garantir, même en absence d'élevage sur la ferme, des revenus importants: c'est le cas pour la vente des bottes de luzerne.

Les ressources fourragères de l'oasis contribuent de plus, de manière non négligeable, à la couverture des besoins nutritionnels des troupeaux extensifs qui exploitent normalement les zones désertiques en dehors de l'oasis.

**Mots clés :** Fourrage, Agriculture saharienne, Oasis

## **Introduction :**

L'agriculture, dans les wilayate sahariennes, présente des particularités fondamentales qui la distinguent de "l'agriculture classique". Elle est caractérisée par des conditions de production très difficiles et des vocations différentes d'une zone à l'autre, dans des centres de culture souvent isolés.

Le palmier dattier constitue non seulement la base de l'agriculture saharienne, mais aussi le moyen essentiel de fixation des populations et de création ou de maintien de centres de vie. Les autres productions végétales sont destinées essentiellement à l'autoconsommation ou aux marchés locaux, d'autres cultures sont pratiquées, soit sous palmeraie, soit hors palmeraie. Si de plus, on prend en considération le fait que l'installation d'une nouvelle palmeraie nécessite en moyenne cinq (05) à six (06) années d'attente pour que le palmier rentre en pleine production, il faut penser à exploiter l'espace et le temps de la nouvelle plantation par d'autres cultures.

L'amélioration et le maintien de la fertilité du sol dans ces régions désertiques nécessitent l'utilisation de fortes doses de fumure organique (30 à 40 tonnes/ha/an). L'élevage s'impose donc comme une servitude pour l'exploitation agricole oasienne, du fait de la demande importante en fumier. Par ailleurs, l'élevage permet d'augmenter nettement le revenu brut de l'exploitation familiale en valorisant tous les sous-produits de la ferme (paille, orge écimée, résidus de maïs, mauvaises herbes, ...) en fournissant des produits alimentaires de première nécessité pour la famille (laits, viandes, œufs,...), et en garantissant des revenus non négligeables.

Le rôle des cultures fourragères est donc lié en grande partie au rôle de l'élevage qui les valorise.

On distingue principalement deux modes d'élevage : familial et transhumant. Les caprins, ovins et camelins sont les plus présents quant aux bovins, leur élevage est très limité aux zones sahariennes et concentré principalement dans les wilayate de Béchar, Ghardaia et Biskra ainsi qu'à Adrar où un exploitant a entamé son élevage de plus de 3000 têtes en intensif depuis 1995. Pour les petits élevages, l'aviculture en batteries (de chair et de ponte) est largement répandue en dehors de la période estivale chaude. Sans oublier qu'on retrouve comme élevage

de famille ou très restreint des lapins, des dindes, des pintades et des abeilles, ainsi que les ânes, les mulets et les chevaux.

Pour Tisserand (1990), un développement de l'élevage paraît possible aux conditions suivantes

- de mieux choisir les espèces et les races adaptées aux possibilités de l'oasis,
- de mieux raisonner l'utilisation et la complémentation des disponibilités fourragères locales et, en particulier, de valoriser les sous-produits des cultures vivrières.

Ainsi, la situation actuelle résulte :

- d'un manque d'information sur la valeur nutritive des aliments disponibles et surtout des sous-produits,
- d'une mauvaise utilisation des fourrages,
- d'une méconnaissance des complémentations possibles.

Le mot « fourrage » désigne l'ensemble des produits végétaux destinés à l'alimentation de certains animaux domestiques, les herbivores, élevés principalement pour leur lait ou leur viande. Il s'agit en fait de l'herbe des prairies et de plantes annuelles très variées. Non commercialisables ou très rarement, les fourrages sont donc des produits de transformation valorisés par l'animal, soit directement en vert (pâturage ou affouragement), soit après conservation, sous forme de produits secs (foin séché aux champs ou, artificiellement, en grange; fourrage déshydraté) ou d'ensilage (produits de richesse variable en matière sèche: de 15 à 20 % pour l'ensilage direct ; 30 % pour l'ensilage préfané; 40 à 50% pour le haylage) (Hentgen, 1998).

Maintenant, qu'en est-il de cette production fourragère dans l'agriculture saharienne ?

## **1. Matériel et méthodes :**

### **1.1. Présentation générale du milieu naturel du Sahara :**

En première approximation on peut définir le Sahara comme la région limitée au Nord par les rides méridionales de l'Atlas (Anti-Atlas marocain, Atlas saharien d'Algérie) et au sud par une ligne allant de l'embouchure du Sénégal au lac Tchad en passant au nord de la boucle du Niger.

La bande désertique ainsi définie prend en écharpe tout le continent africain d'ouest en est, c'est-à-dire qu'elle va du littoral atlantique jusqu'à celui de la mer Rouge (Ozenda, 1983).

Le climat thermique du Sahara est relativement uniforme dès la partie septentrionale on rencontre des étés brûlants qui ne sont guère plus durs que ceux qui s'observent dans la partie centrale et même dans la région soudanaise (Ozenda, 1983).

Le Sahara septentrional se présente comme une forme extrême du pays steppique qui borde l'Afrique méditerranéenne. Le littoral nord-africain est relativement bien arrosé (exception faite pour l'Oranie) et à Alger par exemple la pluviosité annuelle est de 700 mm environ, supérieur à celle du littoral de Provence ou du Languedoc; de fait, la région algéroise apparaît comme relativement verdoyante. Lorsqu'on se dirige vers le sud, en franchissant l'Atlas tellien, la pluviosité décroît en raison de l'éloignement de la mer et de la présence de l'écran que constitue cet Atlas tellien; sur les Hauts-Plateaux algérois le chiffre annuel des précipitations oscille entre 400 et 200 mm, mais en raison de l'altitude la température n'est pas plus forte que sur le littoral, elle se trouve même souvent plus basse, et c'est ainsi qu'à Djelfa la moyenne annuelle est de 11°C, la pluviosité étant de 350 mm. Il en résulte que le rapport entre la pluviosité et la température, exprimant l'aridité, n'est pas tellement plus défavorable que dans la région d'Alger. Au sud même de Djelfa, l'existence des reliefs hauts de 1600 m de l'Atlas saharien maintient ces conditions moyennes et permet la présence de forêts de pin d'Alep accompagnées d'un sous-bois presque typiquement méditerranéen. Mais, une fois franchi le faite de l'Atlas saharien, on redescend brutalement à une altitude de quelques centaines de mètres seulement, la température s'élève aussitôt tandis que la pluviosité présente une nouvelle chute du fait que les dernières gouttes se sont condensées sur les crêtes. De sorte qu'au pied de l'Atlas saharien, à Laghouat, on note 150 mm et 23°C. De ce fait les conditions sahariennes s'installent brusquement; en raison de l'existence d'une ligne de reliefs continus depuis le sud tunisien jusqu'à l'Anti-Atlas marocain, ce phénomène s'observe à travers toute l'Afrique du Nord et partout l'apparition du Sahara est brutale : El-Kantara est bien connue sous le nom de "Porte du Désert" (Ozenda, 1983).

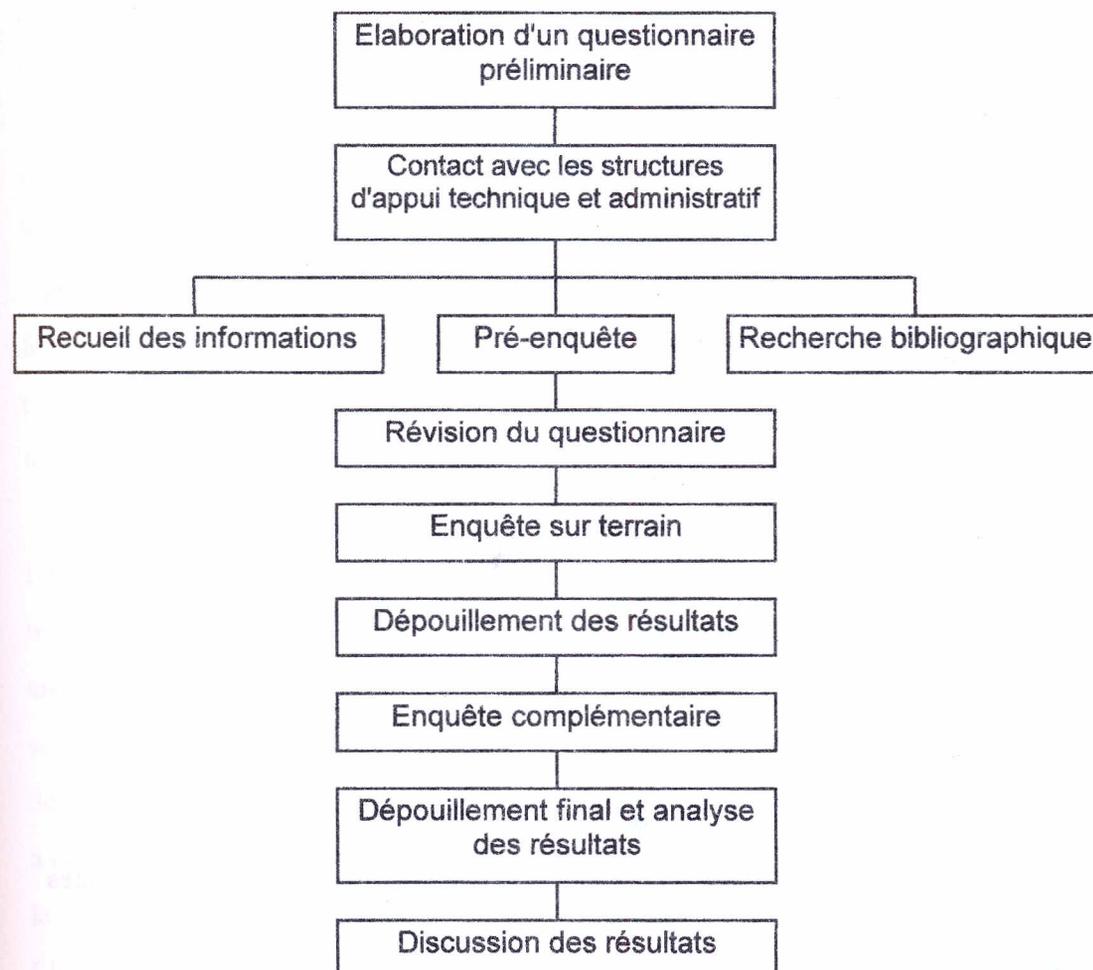
Les oasis constituent un peu des musées des formes de vie traditionnelle, où l'on peut retrouver tout le combat permanent des hommes contre les contraintes du désert, et une ingéniosité remarquable des populations sahariennes, aussi bien dans la mobilisation de l'eau que dans la

construction de leur habitat. Mais le Sahara oriental a aussi la particularité d'avoir été fortement transformé par la découverte du fabuleux héritage géologique emmagasiné au cours des temps dans ses assises sédimentaires : pétrole, gaz, eau profonde. Ils expliquent la mise en place d'un réseau routier conséquent, le gonflement des agglomérations; le dynamisme de la mise en valeur agricole (Côte, 1996).

## 1.2. Méthodologie de travail :

Dans notre étude nous avons retenu les régions du M'zab, Ouargla, Oued-Righ et Souf qui englobent les trois wilayate de Ghardaia, Ouargla et El-Oued et pour ce faire, nous avons prélevé quelques centaines d'exploitations.

La méthodologie de travail retenue est résumée comme suit :



### **1.2.1. Prospection ou Pré-enquête :**

La première étape est une pré-enquête ayant pour objectif la familiarisation avec le questionnaire préliminaire et de le tester pour pouvoir, par la suite, apporter d'éventuelles corrections et d'effectuer des observations préliminaires sur le terrain.

### **1.2.2. Enquête :**

Durant cette étape, le questionnaire est rempli soit en questionnant les agriculteurs directement ou indirectement selon les cas (méfiance de l'agriculteur, absence du propriétaire, ...) soit par des observations directes sans avoir besoin de poser les questions.

### **1.2.3. Prospection complémentaire :**

Après un premier dépouillement des résultats, il s'est avéré que certaines données ne sont pas bien précisées, pour cela, une prospection ou enquête rapide complémentaire s'est avérée nécessaire pour certains cas.

### **1.2.4. Dépouillement final et analyse des résultats :**

Lors de cette étape, les informations recueillies ont été uniformisées et standardisées dans la mesure du possible pour être exploitées de façon rationnelle.

### **1.2.5. Variables retenues dans l'analyse :**

Nous avons retenus dix variables et chacune comprend un certain nombre de classes.

Ces variables, avec les classes respectives, sont :

- ♣ La nature de l'exploitation: Palmeraie ancienne, Mise en valeur, Nouvelle palmeraie.
- ♣ La superficie totale de l'exploitation: < 2 ha, entre 2 et 10 ha, > 10 ha.
- ♣ La spéculation principale de l'exploitation: Palmier dattier, Céréaliculture, Cultures maraîchères, Autre culture.
- ♣ L'espèce fourragère cultivée principale : Luzerne, Orge, Sorgho, Choux fourrager, Autre fourrage, Aucun fourrage.
- ♣ Nombre d'espèces fourragères cultivées : 01 espèce, 02 espèces, 03 espèces, > 03 espèces, Aucune espèce.

- ♣ Surface allouée aux cultures fourragères : < 10 %, entre 10 et 25 %, entre 25 et 50 %, > 50 %.
- ♣ Origine des semences : Interne à l'exploitation, Locale, Introduite, Inconnue, Aucune.
- ♣ Utilisations des fourrages : Vert, Fané, Mélange, Autre utilisation, Aucune Utilisation.
- ♣ Destination des fourrages : Interne, Interne + Marché, Aucune destination.
- ♣ Application d'un calendrier fourrager : Oui et Non.

## **2. Résultats et Discussion :**

### **2.1. Situation des cultures fourragères en Algérie :**

En dehors des périmètres irrigués, les seules régions soumises au climat marin, dans les années où la pluviométrie est favorable, fournissent un fourrage de qualité. C'est la raison principale pour laquelle l'élevage des bovins s'arrête à la limite des hautes plaines. D'une façon générale, le comportement des cultures se calque assez bien sur celui de la végétation spontanée. Il est de coutume, sauf pour quelques cultures fourragères spécialisées, de mettre en place des associations dans lesquelles figurent deux espèces : l'une Graminée, l'autre Légumineuse, avec le souci de reproduire les associations naturelles. Le problème est difficile à résoudre et de nombreux ouvrages ont été consacrés à ce sujet. Les nombreux essais d'introduction de plantes fourragères nouvelles ont souvent débouché sur un échec. Le naturaliste est partisan de la plante spontanée, mieux adaptée aux conditions locales; l'agronome pense à la productivité en fourrage (Lery, 1982).

Les espèces de terres sèches de culture hivernale sont ordinairement des vesces et des gesses, mêlées à une céréale, avoine principalement. Le rendement n'est appréciable que dans les années pluvieuses. Les légumineuses de ce type ont le grave défaut, quand elles sont semées seules, de prendre un grand développement dans les années bien arrosées, de traîner sur le sol, de perdre par pourriture une partie de leurs feuilles; dans ce cas leur coupe devient difficile. Il y a peu à attendre des prairies de graminées, ni de la plupart des trèfles et sainfoins, même dans le climat marin, où ces plantes sont envahies par la végétation sauvage, si la saison est humide. Elles ne se développent pas en année sèche. La culture des plantes fourragères arrosées est estivale, elle exige des terres riches, bien travaillées et fumées, soumises à une irrigation régulière, surtout pour les espèces destinées à la consommation en vert. Les hauts fourrages de cette nature sont principalement la maïs et le sorgho (Lery, 1982).

L'état de la situation actuelle des fourrages est critique. En effet, sur les 7,5 millions de surface agricole utile, les fourrages ne présentent qu'un faible pourcentage; cependant, la faille ne semble pas être directement liée à cette superficie si faible soit-elle. Le maillon principal de cette problématique demeure la semence qui semble créer de nos jours, une situation préjudiciable à notre économie. La production nationale en matière de semences fourragères est très insuffisante. En effet, elle est loin de satisfaire quantitativement les besoins des agriculteurs pour répondre aux problèmes alimentaires, sans cesse croissant de leur cheptel. Malheureusement, nombreux sont les aspects qui caractérisent cette production :

- Techniques de production mal maîtrisées.
- Matériel insuffisant notamment en pièces de rechange.
- Moyens financiers insuffisants.

D'où le recours aux importations dans le but de couvrir le déficit important enregistré à l'échelle nationale, engendrant ainsi une forte dépense en devises (Issolah, 1991).

## **2.2. Situation des cultures fourragères dans le Sahara algérien :**

Il s'agit pour certaines familles, d'organiser leurs "exploitations" de taille limitée, pour couvrir leurs besoins d'autoconsommation sur un minimum de superficie, afin d'affecter la plus grande surface possible aux cultures commerciales, indispensables pour les achats extérieurs de première nécessité (Ferry et Toutain, 1990). C'est le cas notamment dans une majorité des oasis du Gourara, Touat, Tidikelt et Saoura qui se trouvent du côté ouest du Sahara où il y a encore des familles qui vivent presque exclusivement des rentes de l'exploitation familiale ou du travail agricole. Chose qui ne se rencontre que rarement dans la partie est, où malgré l'importance de l'agriculture, beaucoup d'exploitants ne sont pas des agriculteurs exclusifs mais sont des fonctionnaires ou travaillent à mi-temps dans d'autres secteurs. De plus, dans cette partie est la nouvelle mise en valeur a mis au monde de grandes exploitations agricoles et qui sont polyvalentes et dans la partie ouest, seule la wilaya d'Adrar a connu ce phénomène.

Le tableau I et la figure 01 montrent que les cultures fourragères occupent la plus grande superficie au niveau de la wilaya de Biskra, durant pratiquement toutes les campagnes agricoles de 1990/91 à 1996/97, et ceci avec un écart très sensible. Et de l'autre côté, c'est la

jeune wilaya d'Ilizi qui se trouve en dernier. Ceci s'explique en partie par le fait que Biskra englobe la zones de Ouled Djellal, Doucen et Sidi Khaled qui ont depuis toujours une vocation d'élevage ovin, et depuis une décennie, l'élevage bovin notamment à Doucen. De même, Illizi n'est pas une wilaya agricole ! et l'élevage est encore très extensif vu que c'est le pays du dromadaire et la population (principalement des Touaregs) se déplacent encore en quête de parcours pour leurs animaux.

Tableau I : Evolution des superficies (en hectares), emblavées, des cultures fourragères dans la wilayate sahariennes durant les campagnes agricoles de 1990/91 à 1996/97.

Campagne	1990/91	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95	1995/96	1996/97
Wilaya							
Adrar	1705	1705	626	616	1000	1425	960
Béchar	204	1115	880	396	330	201	270
Biskra	8624	974	4988	1516	12750	12918	5479
El-Oued	1370	1450	1709	1780	1820	1850	1860
Ghardaia	1277	1185	1435	1350	1209	1458	1435
Illizi	70	110	85	110	0	40	45
Ouargla	1023	1007	1375	984	1030	1355	1382
Tamanghasset	34	190	213	124	262	250	391
Total wilayate sahariennes	14307	7736	11311	6876	18401	19497	11822

Source : CDARS\* , Ouargla (1998)

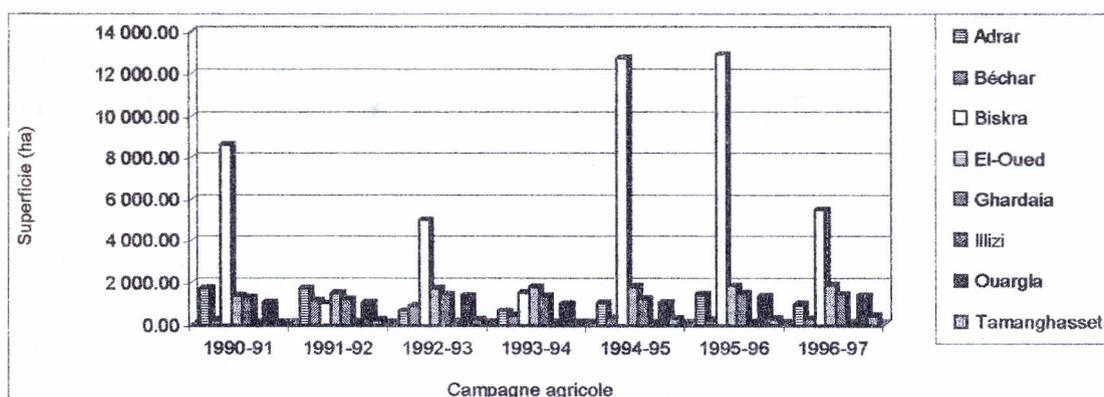


Figure N° 01 : Evolution des superficies emblavées par les cultures fourragères, pour les wilayate sahariennes, durant les campagnes agricoles de 1990/91 à 1996/97 (Source CDARS, 1998)

### 2.3. Résultats de l'enquête :

L'analyse de certains résultats de l'enquête, relatifs à notre sujet (tableau II et figures 02, 03, 04, 05, 06, 07, 08, 09 et 10) nous a permis de relever certains points.

Tableau II : Résultats bruts de l'enquête

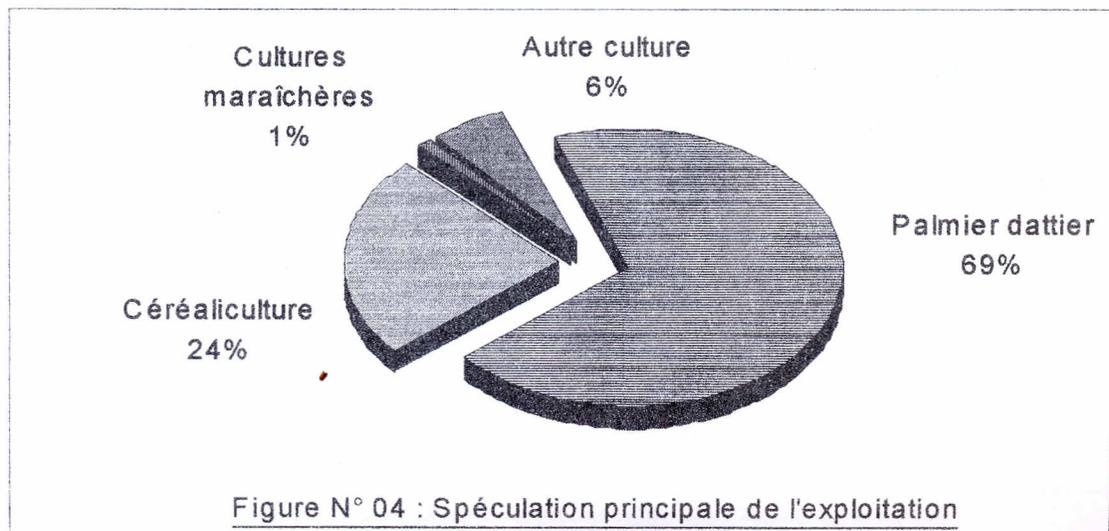
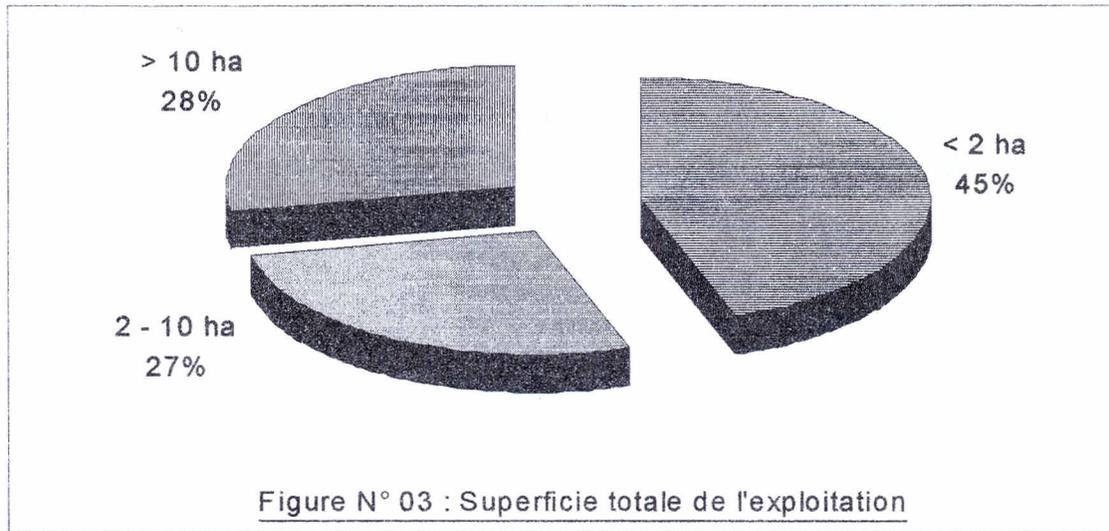
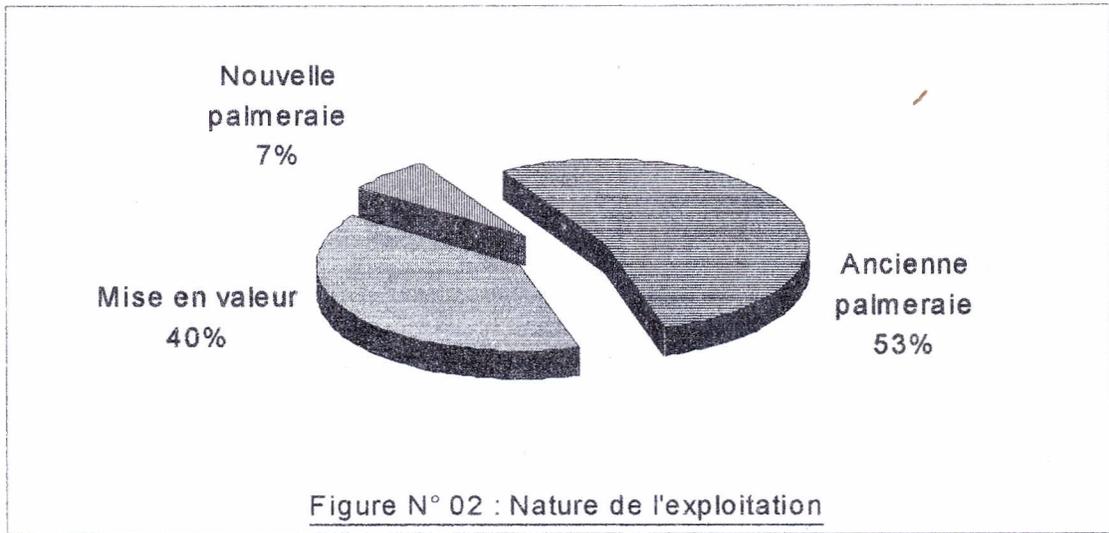
Nom de la variable	Classes de la variable	Taux relatif de chaque classe
Nature de l'exploitation	Ancienne palmeraie	53.50
	Mise en valeur	39.50
	Nouvelle palmeraie	7.00
La superficie totale de l'exploitation	< 2 ha	44.75
	2 - 10 ha	27.25
	> 10 ha	28.00
La spéculation principale de l'exploitation	Palmier dattier	69.50
	Céréaliculture	23.50
	Cultures maraîchères	1.25
	Autre culture	5.75
L'espèce fourragère cultivée principale	Luzerne	44.25
	Orge	7.75
	Sorgho	0.25
	Choux fourrager	6.00
	Autre fourrage	0.75
	Aucun fourrage	41.00
Nombre d'espèces fourragères cultivées	01 espèce	13.00
	02 espèces	23.25
	03 espèces	18.25
	> 03 espèces	4.50
	Aucune espèce	41.00
Surface allouée aux cultures fourragères	< 10 %	82.50
	10 - 25 %	13.00
	25 - 50 %	3.75
	> 50 %	0.75
Origine des semences	Interne à l'exploitation	7.00
	Locale	43.75
	Introduite	7.00
	Inconnue	6.25
	Aucune	36.00
Utilisations des fourrages	Vert	48.00
	Fanes	4.00

\* . CDARS : Commissariat au Développement de l'Agriculture des Régions Sahariennes.

	Mélange	6.75
	Autre utilisation	10.25
	Aucune utilisation	31.00
Destination des fourrages	Interne	37.25
	Interne + Marché	21.75
	Aucune destination	41.00
Application d'un calendrier fourrager	Oui	5.75
	Non	94.25

Ainsi,

- La majorité (53.50 %) des exploitations de la région sont des anciennes palmeraies. Avec une superficie inférieure à 02 ha et la spéculation principale étant bien sûr le palmier dattier pour la production de dattes.
- La mise en valeur (après la promulgation de la loi portant sur l'APFA), vient en second lieu avec de grandes superficies et c'est la céréaliculture qui suit le palmier dattier. Ce qui fait de la céréaliculture au Sahara, une culture stratégique bien qu'installée depuis peu.
- Dans 41.00% des exploitations, aucune culture fourragère n'est pratiquée au niveau de l'exploitation et dans les 59.00% restantes, au moins une culture fourragère est cultivée.
- Quand ces fourrages sont cultivés, c'est la luzerne qui est la principale espèce cultivée (44.25% de l'ensemble des exploitations et 75.00% des exploitations où les fourrages sont présents. Elle est suivie de l'orge, surtout au niveau des grandes exploitations (nouvelle mise en valeur avec le système d'irrigation par pivot).



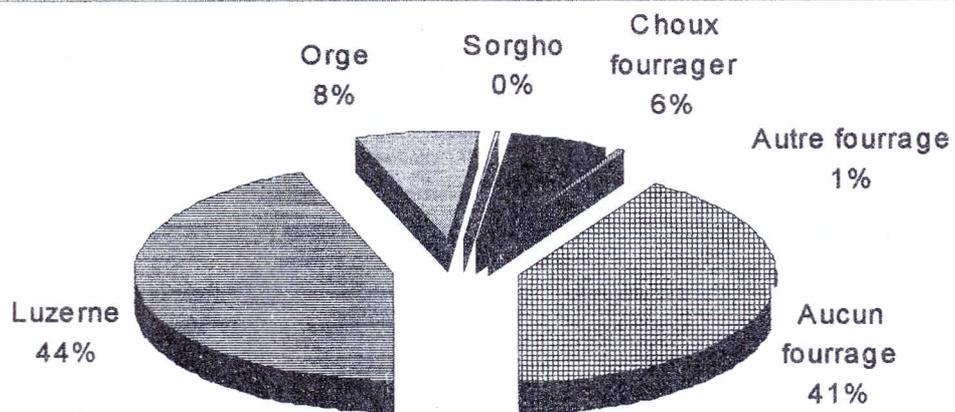


Figure N° 05 : L'espèce fourragère cultivée principale

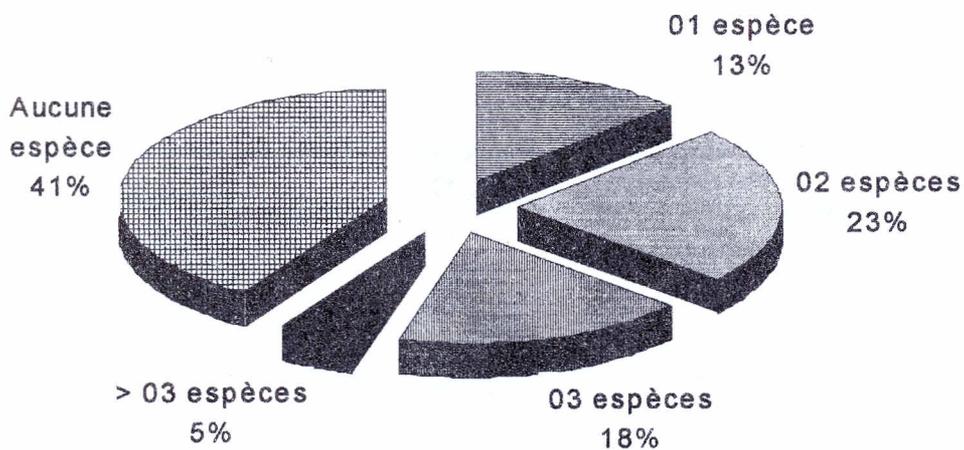


Figure N° 06 : Nombre d'espèces fourragères cultivées

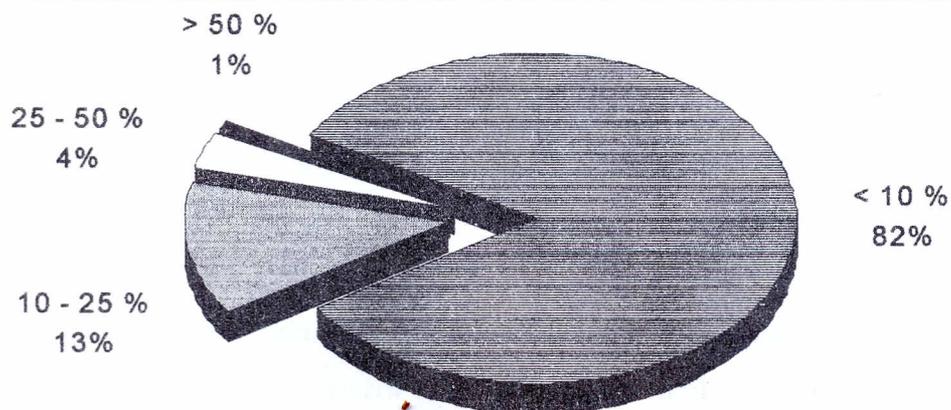


Figure N° 07 : Surface allouée aux cultures fourragères

Ceci reviendrait à plusieurs faits. D'un côté, la luzerne est une culture pérenne qui occupe le sol pendant au moins trois années, chose qui n'arrange pas les grands exploitants qui utilisent le système d'irrigation par pivot. Au contraire, dans la palmeraie, elle occupe des parcelles de petites taille entre les palmiers et parfois même, on la retrouve autour des palmiers et dispersées ici et là sous forme de bouquets. De plus, pour une nouvelle palmeraie, en attendant l'entrée en production des djebbars, la luzerne améliore le sol et permet une certaine rente pour l'exploitation.

- Aussi, c'est généralement (23.25 %) deux espèces fourragères qui sont cultivées si ce n'est pas trois (18.25 %).

Ceci dans un double souci à savoir la diversification des ressources fourragères et indirectement pour combler le déficit en l'une des espèces; autrement dit un calendrier fourrager.

- La surface allouée aux cultures fourragères est souvent inférieure à 10 % de la surface globale de l'exploitation. Et seulement dans 0.75% des cas, elle dépasse les 50 %.
- L'origine des semences est d'ordinaire locale (43.75 %). Les semences introduites ne représentent que 7.00 % des cas ! Et c'est au même taux qu'on retrouve les semences issues de l'exploitation même.
- Le fourrage est principalement utilisé en vert (48.00 %), les autres modes d'utilisations sont peu utilisés.
- La destination des cultures fourragères est en règle générale interne (37.25 %) sinon, le surplus est destiné au marché. Il n'y a pas de production destinée exclusivement au marché.
- Pour 94.25 % des exploitations, il n'y aucun calendrier fourrager qui est suivi, vu que les cultures fourragères ne sont pas très spéculatives.

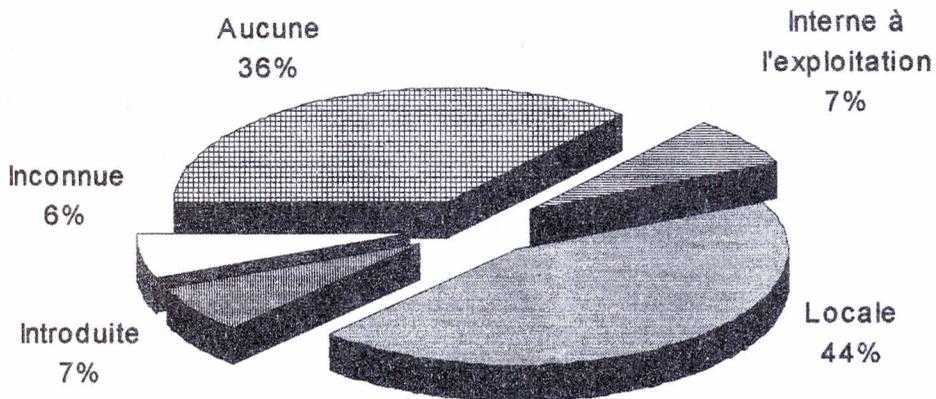


Figure N° 08 : Origine des semences

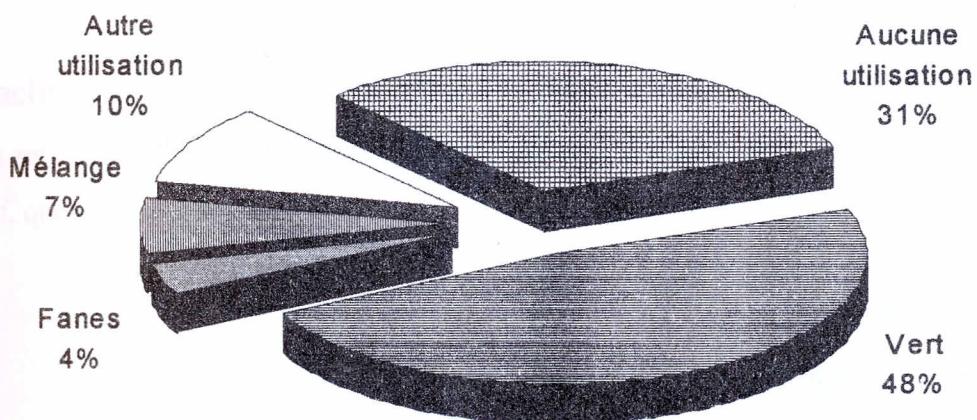


Figure N° 09 : Utilisation des fourrages

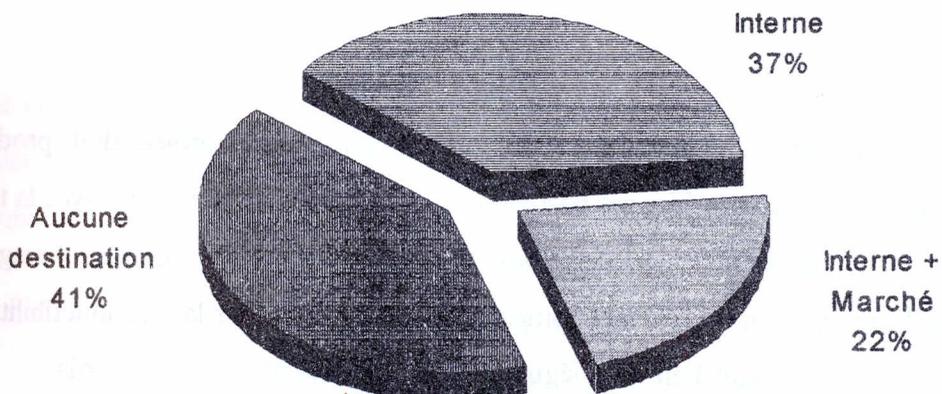


Figure N° 10 : Destination des fourrages

Cependant, comme cité plus haut, le fait de diversifier le nombre d'espèces fourragères est une application d'un calendrier fourrager bien que le but dans la tête de l'exploitant ne soit pas exactement ceci. Toutefois, certains appliquent réellement un calendrier fourrager et les cultures fourragères ne sont pas considérées comme cultures sans importance. A titre d'exemples, les calendriers fourragers les plus rencontrés sont :

El-Meniaa :

Novembre à Février : Orge en vert + Orge grain.  
Mars à Mai : Luzerne en vert + Orge grain.  
Juin à Octobre : Luzerne en vert + Mil en vert + Sorgho en vert + Orge grain.

Ghardaia :

Septembre à Février : Paille + Orge grain.  
Mars à Mai : Luzerne en vert + Paille + Orge grain.  
Juin à Août : Luzerne en vert + Sorgho en vert + Paille + Orge grain.

Ouargla, Oued Righ et El-Oued :

Octobre à Février : Orge en vert + Orge grain.  
Mars à Mai : Luzerne en vert + Orge grain.  
Juin à Septembre : Luzerne en vert + Sorgho en vert + Choux fourrager + Orge grain.

N.B. : Les mauvaises herbes font aussi partie des cultures fourragères et parfois elles assurent à elles seules l'alimentation du bétail pendant une certaine durée entre deux coupes par exemple.

L'on constate, comme Ferry et Toutain (1990), que l'agriculteur **oasien** doit produire l'essentiel de la fumure. Il fera coïncider ses besoins en fumier (pivot de la fumure) avec la taille de son troupeau. Ceci implique d'inclure dans l'assolement des surfaces de cultures fourragères capables d'assurer l'alimentation de l'élevage familial. Et afin de renforcer la reproductibilité de la fertilité du sol, il donnera la part belle aux légumineuses, cultures améliorant les sols.

En conséquence, les soles des cultures fourragères entrent en concurrence pour la surface réelle avec celles des cultures vivrières et de rente; mais ces dernières bénéficient de leurs qualités de précédent cultural dans la rotation. Par ailleurs, les cultures vivrières et de rente sont souvent complémentaires des fourrages : leurs sous-produits et déchets sont distribués aux animaux (son, feuilles et pailles des céréales, fanes et épluchures des légumes, ...). A côté de ce "plus" fourni par les cultures vivrières, il y a les écarts de la récolte dattière et certaines dattes "dites communes" qui s'ajoutent à la diversité de l'alimentation des animaux de l'exploitation (Ferry et Toutain, 1990).

Les ressources fourragères de l'oasis contribuent de plus, de manière non négligeable, à la couverture des besoins nutritionnels des troupeaux extensifs qui exploitent normalement les zones désertiques en dehors de l'oasis.

### **Conclusion :**

L'on retiendra particulièrement, dans les régions du M'zab, de Ouargla, de Oued-Righ et du Souf, que :

- Les cultures fourragères occupent une très faible surface dans l'exploitation agricole.
- Ces fourrages sont principalement destinés à l'auto-utilisation et il n'y a pas de production destinée exclusivement au marché. C'est pourquoi, généralement, la question de la conservation ne se pose pas vu qu'il n'y a pas de surplus de production.
- La luzerne est la principale espèce fourragère cultivée; et ce n'est pas pour rien qu'elle est surnommée "*Erg Edh-Dheheb*" (racine ou source d'or).

Le rôle des cultures fourragères est lié en grande partie au rôle de l'élevage qui les valorise. Par ailleurs, Janati (1990) stipule que ces cultures ont aussi d'autres intérêts agronomiques et économiques :

- Elles permettent d'améliorer la structure et la fertilité du sol. L'exemple typique est celui des légumineuses fourragères fixatrices de l'azote atmosphérique qui enrichissent ainsi le sol en azote. Les racines de luzerne,

très nombreuses jusqu'à plus d'un mètre, ameublissent le sol et améliorent sa structure.

- Elles contribuent à l'augmentation de la superficie technique de l'exploitation par la pratique de cultures dérobées telles que le trèfle, le sorgho et le maïs.
- Elles peuvent garantir, même en absence d'élevage sur la ferme, des revenus importants : c'est le cas pour la vente des bottes de luzerne dans les villages du sud où la majorité de la population autochtone entretient une à deux chèvres laitières.

Notons en fin que les cultures fourragères jouent le rôle de la matière première pour la production des protéines animales. Or, la viande et le lait sont des produits à haute valeur marchande, alors que les fourrages se voient octroyés le revenu le plus bas parmi toutes les cultures. De ce fait, l'éleveur retrouve très bien ses intérêts, tandis que l'agriculteur, qui se hasarderait à cultiver les fourrages pour le marché, n'y trouvera pas son compte. D'où le délaissement de cette pratique.

### Références bibliographiques

**Côte M.**, 1996, Paysages et Patrimoine, Guide d'Algérie, Ed. Média-Plus, Constantine, pp. 239-262.

**Ferry M. et Toutain G.**, 1990, Concurrence et complémentarité des espèces végétales dans les oasis; Options méditerranéennes Série A: Séminaires méditerranéens N°11: Les systèmes agricoles oasiens; Actes du colloque de Tozeur (19-21 Nov 1988), CIHEAM, Paris.

**Hentgen A.**, 1997, Prairies et Fourrages, Encyclopaedia Universalis, pp. 18-25.

**Issolah R.**, 1991, Etude du comportement de populations spontanées de treize (13) espèces du genre *Trifolium* L., Thèse Ing., INA, El-Harrach, 120 p.

**Janati A.**, 1990, Les cultures fourragères dans les oasis; Options méditerranéennes Série A: Séminaires méditerranéens N°11: Les systèmes agricoles oasiens; Actes du colloque de Tozeur (19-21 Nov 1988), CIHEAM, Paris, pp. 163-169.

**Lery F.**, 1982, L'agriculture au Maghreb, Ed. G-P. Maisonneuve et Larose, Paris, 338 p.

**Ozenda P.**, 1983, Flore du Sahara, Ed du CNRS, Paris, pp. 24.

**Tisserand J.-L.**, 1990, Les ressources alimentaires pour le bétail; Options méditerranéennes Série A: Séminaires méditerranéens N°11: Les systèmes agricoles oasiens; Actes du colloque de Tozeur (19-21 Nov 1988), CIHEAM, Paris, pp. 237-248.

## **Choix de Variétés et de Périodes de Semis, Basées sur des Indices Agrométéorologiques en Zone Semi-Aride**

\* Mr. Lazreg Benaïchata, \*\* Mlle Yamina Abdi

\* Office National de la Météorologie, \*\* Centre Universitaire de Tiaret.

---

### **Résumé**

La réponse aux conditions climatiques de la plante nécessite la connaissance de l'impact du climat sur chaque phase de son développement (*Triticum durum* desf) et par conséquent sur la formation du rendement.

Le travail entrepris à pour but une optimisation du rendement reposant essentiellement sur une étude bibliographique qui résume l'effet de deux événements climatique jugés indispensables (température et précipitation) sur chaque stade d'une variété tardive.

Le calcul des probabilités et des indices hydrique et thermique nous a permis d'établir un graphique grâce auquel nos résultats sont émis.

**Mots clés :** Climat, blé, rendement, probabilité, indice

---

### **Introduction**

La climatologie intéresse l'agronome dans ses relations avec les cultures. Selon Morancho (1995), la culture de blé est étroitement liée au climat. Sa production souvent de première nécessité, consommée sur le marché algérien avec de grandes quantités, le blé voit son importation en progression forte et son rendement variant fortement d'une année à l'autre en fonction des aléas climatiques.

L'agriculteur face au climat ne peut pas lutter d'une façon active et ne peut en aucun cas le modifier. Toute fois il est utile de noter qu'il est possible de lutter d'une manière passive en maîtrisant les variabilité du climat et en améliorant sa prévision. En climatologie appliquée, et spécialement en agroclimatologie, on essaye de réduire les effets du climat en adaptant des techniques culturales adéquates.

La connaissance de la non tolérance de chaque phase de développement du blé à certains facteurs du climat est notre objectif dans la détermination de la période de semis la plus convenable en vue d'une optimisation du rendement final.

Se travail se base essentiellement sur une étude fréquentielle d'occurrence de certaines conditions climatiques jouant un rôle dans la détermination des rendements. Cette étude commence par la détermination d'un tableau résumant les besoins du blé en conditions climatiques favorables. La seconde étape est le calcul des probabilités d'occurrence des conditions climatiques sélectionnées. Ce calcul se fait pour la durée totale du cycle avec un pas d'une décade. L'analyse pour une prise de décision, se fait visuellement grâce au courbes de probabilités. Les conditions sélectionnées étant assez nombreuses et l'analyse devient difficile avec leur nombre. Cependant nous constatons que les cultures et leur rendements sont sous l'influence de deux phénomènes : l'un hydrique et l'autre thermique. Ce qui nous a poussé à élaborer seulement deux indices englobant toute l'information des courbes de probabilités.

## Données et Méthodologie

La première phase consiste à sélectionner les paramètres climatiques influençant les rendements chez le blé (températures moyenne, minimale, maximale, précipitations, ...) Tableau 1. Cette phase se termine par l'élaboration de séries de données décennales de certains facteurs du climat. Le choix se fait dans notre cas grâce à l'analyse d'une matrice de corrélations entre les séries de données de ces facteurs et la série de données de rendements.

Tableau 1: résumé des événements climatiques favorables à la culture de blé aux différentes phases.

Ger-Levée	$T_n > 0^\circ\text{C}$
Vernalisation	$0^\circ\text{C} > T_n > 8^\circ\text{C}$
Tallage	$TT > 8^\circ\text{C}$
Tallage	$TT > 9^\circ\text{C}$
B1-C2	$TT > 4^\circ\text{C}$
F-MGR	$T_x < 30^\circ\text{C}$
Ger-Levée	$RR > 1,5\text{mm}$
Tallage	$RR > 2\text{mm}$
Epi-MG	$RR > 4\text{mm}$

$T_n$  = Températures minimales,  $TT$  = Températures moyennes,  $T_x$  = Températures maximales,  $RR$  = précipitations.

Une fois les séries choisies et dans le but de calculer les probabilités d'occurrences des conditions climatiques, une recherche des lois de distributions ajustant au mieux les séries de données est faite. Des ajustements aux lois usuelles ont été effectués pour chaque paramètre. Les lois nous permettent donc de mieux estimer les probabilités. Ce calcul se fait pour chaque décennie ; des séries chronologiques de probabilités pour chaque paramètre au pas de 10 jours sont ainsi élaborées.

Cependant nous constatons que le nombre de courbes de probabilités à analyser pour une éventuelle prise de décision sur la période de semis étant élevée (9 courbes). Finalement nous sommes amenés à envisager de réduire ce nombre tout en gardant les informations des courbes précédentes ; sachant que chaque stade sous l'effet des précipitations et des températures joue un rôle dans l'élaboration du rendement final. Nous avons jugé bon d'utiliser seulement deux courbes synthétiques d'indice hydrique et thermique dans notre analyse. Dans un premier lieu il est utile de rassembler les événements températures ensemble et les événements eaux ensemble. L'indice pour un événement peut se réaliser en calculant par exemple une moyenne, une somme ou même un produit des probabilités entre les facteurs du même événement pour une décennie donnée. Seulement chaque événement et chaque facteur climatique d'un même événement à son influence particulière ou poids dans l'élaboration du rendement. Nous avons opté pour le calcul du poids de chaque paramètre, le coefficient de corrélation de Spearman entre la série des rendements et le facteur en question de la décennie d'étude. Nous aurions pu utiliser les notions de distance ou de centre de gravité pour le calcul de ce poids.

#### Equation 1 : Calculs des Indices

$$I_{T_d} = \sum P_{t_d} \times r(t_d \times \text{rendement})$$

$I_{T_d}$  : Indice thermique durant la décade d ;

$P_{t_d}$  : Probabilité d'occurrence d'une condition thermique durant la décade d ;

$t_d$  : température (maximale, minimale ou moyenne ) .

$$I_{R_d} = \sum P_{r_d} \times r(R_d \times \text{rendement})$$

$I_{R_d}$  : Indice thermique durant la décade d ;

$P_{r_d}$  : Probabilité d'occurrence d'une condition thermique durant la décade d ;

$R_d$  : température (maximale, minimale ou moyenne ) ;

$r(x,y)$  : Coefficient de corrélation entre x et y .

## Résultats et discussions

Sommes des températures :

L'un des facteurs du climat pouvant être limitant étant la température. Par sa somme durant tout le cycle on peut prendre une décision sur la variété qui puisse s'adapter à une région sous un climat donné. On constate qu'on condition climatique des régions des hauts plateaux ayant un hiver très doux et un printemps durant lequel on peut enregistrer des températures minimales négatives, il est nécessaire de semer des variétés tardives.

La somme des températures n'apparaît pas comme étant un facteur limitant pour les cultures de blé (Tableau 2). Dans notre exemple, pour atteindre la maturité, tous les stades ne souffrent de manque en somme de températures sauf peut être pour le stade germination levée où l'on constate le manque en somme de températures si l'on choisit une période de semis avant la 3<sup>ème</sup> décade de Novembre ou après la 1<sup>ère</sup> décade de Décembre. La dernière ligne du tableau 2, résumant les besoins en somme de températures du semis jusqu'à la récolte. On constate que pour toutes les dates de semis choisies échelonnée de 10 en 10 jours, à partir du 1<sup>er</sup> Novembre, les besoins en cumul de températures sont atteints. On peut conclure que

généralement pour des variétés tardives dont la longueur du cycle oscille autour de 230 jours, en milieu semi-aride des hauts plateaux les besoins pour atteindre la maturité en cumul de température son satisfaisant. En se basant sur ce seul critère, la meilleurs période de semis se situe au environs de la 1<sup>ere</sup> et 2<sup>eme</sup> décade de Décembre.

**Tableau 2 : Valeurs des sommes de températures correspondant au différentes phases en fonction des dates de semis.**

	Date 1	Date 2	Date 3	Date 4	Date 5	Date 6	Limite
Ger-lev	233	172	151	150	124	97	150
Lev-stade A	366	356	340	340	343	382	340
Stade A – B1	252	273	295	313	348	379	250
Stade B1 – C2	256	266	292	357	366	402	250
Stade C2 – F	357	366	402	422	507	541	150
Stade F – M0	250	795	358	369	387	435	380
Stade M0 – Maturi	541	225	618	688	733	750	760
Semis – Récolte	2254	2454	2457	2639	2807	2986	2280
Limites	2280	2280	2280	2280	2280	2280	2280

En se qui concerne les lois de distributions, certaines variables météorologiques telles que la température et la pression, peuvent souvent être assimilée à une distribution normale (Der Megredichian, 1992), résultat confirmé pour les ajustements de nos échantillons. Les cumuls de précipitations décadaires, s'ajustent mieux à la loi gamma. La distribution gamma est un modèle représentatif pour les données de précipitations (Daniel et Keith, 1991). Par contre les températures maximales suivent une loi LogNormale. Suite au choix des lois de distributions ajustant les paramètres météorologiques sélectionné, des séries chronologiques de probabilités d'occurrence de ces paramètres sont déduites ( tableau 3). L'analyse de ce tableau, n'est pas aisée vu le nombre de paramètres à étudier.

**Tableau 3 : Valeurs décadaires des probabilités de certains paramètres climatique pouvant améliorer les rendements.**

	Octobre			Novembre			Décembre.		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Ger-Levée( $TnTn > 0^{\circ}C$ )				0.95	0.97	0.86	0.85	0.64	0.61
Vernalisation( $0^{\circ}C > TnTn < 8^{\circ}C$ )									
Tallage( $TT > 8^{\circ}C$ )						0.53	0.42	0.41	0.21
Tallage( $TT > 9^{\circ}C$ )						0.40	0.28	0.29	0.14
B1-C2( $TT > 4^{\circ}C$ )									
F-MGR( $TxTx < 30^{\circ}C$ )									
Ger-Levée( $RR > 1,5mm$ )	0.37	0.35	0.36	0.27	0.31	0.34	0.37	0.34	0.33
Tallage( $RR > 2mm$ )						0.32	0.35	0.32	0.31
Epi-MG( $RR > 4mm$ )									

	Janvier			Février			Mars		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Ger-Levée( $TnTn > 0^{\circ}C$ )	0.44	0.42	0.66	0.72	0.67	0.72	0.84	0.88	0.80
Vernalisation( $0^{\circ}C > TnTn < 8^{\circ}C$ )	0.43	0.41	0.65	0.59	0.68	0.67	0.79	0.87	0.74
Tallage( $TT > 8^{\circ}C$ )	0.09	0.09	0.21	0.15	0.37	0.40	0.57	0.71	0.71
Tallage( $TT > 9^{\circ}C$ )	0.04	0.04	0.12	0.06	0.24	0.28	0.45	0.55	0.62
B1-C2( $TT > 4^{\circ}C$ )	0.60	0.57	0.72	0.82	0.87	0.85	0.93	0.99	0.95
F-MGR( $TxTx < 30^{\circ}C$ )							0.98	0.99	0.95
Ger-Levée( $RR > 1,5mm$ )	0.31	0.32							
Tallage( $RR > 2mm$ )	0.28	0.30	0.31	0.29	0.28	0.33			
Epi-MG( $RR > 4mm$ )			0.26	0.23	0.22	0.28	0.28	0.26	0.27

	Avril			Mai			Juin			Juillet
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1
Ger-Levée( $TnTn > 0^{\circ}C$ )	0.93	0.91	0.94	0.94						
Vernalisation( $0^{\circ}C > TnTn < 8^{\circ}C$ )	0.83	0.84	0.63	0.58						
Tallage( $TT > 8^{\circ}C$ )										
Tallage( $TT > 9^{\circ}C$ )										
B1-C2( $TT > 4^{\circ}C$ )	0.98	0.99	0.97	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99		
F-MGR( $TxTx < 30^{\circ}C$ )	0.98	0.99	0.95	0.93	0.89	0.80	0.73	0.65	0.41	0.18
Ger-Levée( $RR > 1,5mm$ )										
Tallage( $RR > 2mm$ )										
Epi-MG( $RR > 4mm$ )	0.31	0.30	0.29	0.29	0.24					

Cet inconvénient nous a amené à réduire ce nombre tout en gardant le maximum d'informations contenues dans le Tableau 3. Les séries de données des indices thermique et hydrique standardisés son déduit de l'équation 1 et se résument dans le tableau 4 et la figure 1.

Tableau 4: Valeurs des indices pluviométrique et thermique (TT= température; RR=précipitations).

	Octobre			Novembre			Décembre		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Indice TT				0.03	-0.02	0.18	-0.13	0.05	-0
Indice RR			0.92	-0.41	0.05	-0.28	-1.2	0.11	0.22

	Janvier			Février			Mars		
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3
Indice TT	-1.55	0.35	-0.42	-0.25	-0.27	-0.14	0.45	0.05	0.23
Indice RR	-0.18	0.01	-0.01	0.18	0.13	0.02	-0.12	-0.24	-0.1

	Avril			Mai			Juin			Juillet
	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1
Indice TT	-0.34	0.17	-0.56	0.19	0.03	-0	-0.17	-0.16	-0.19	-0.44
Indice RR	-0.08	0.04	-0.05							

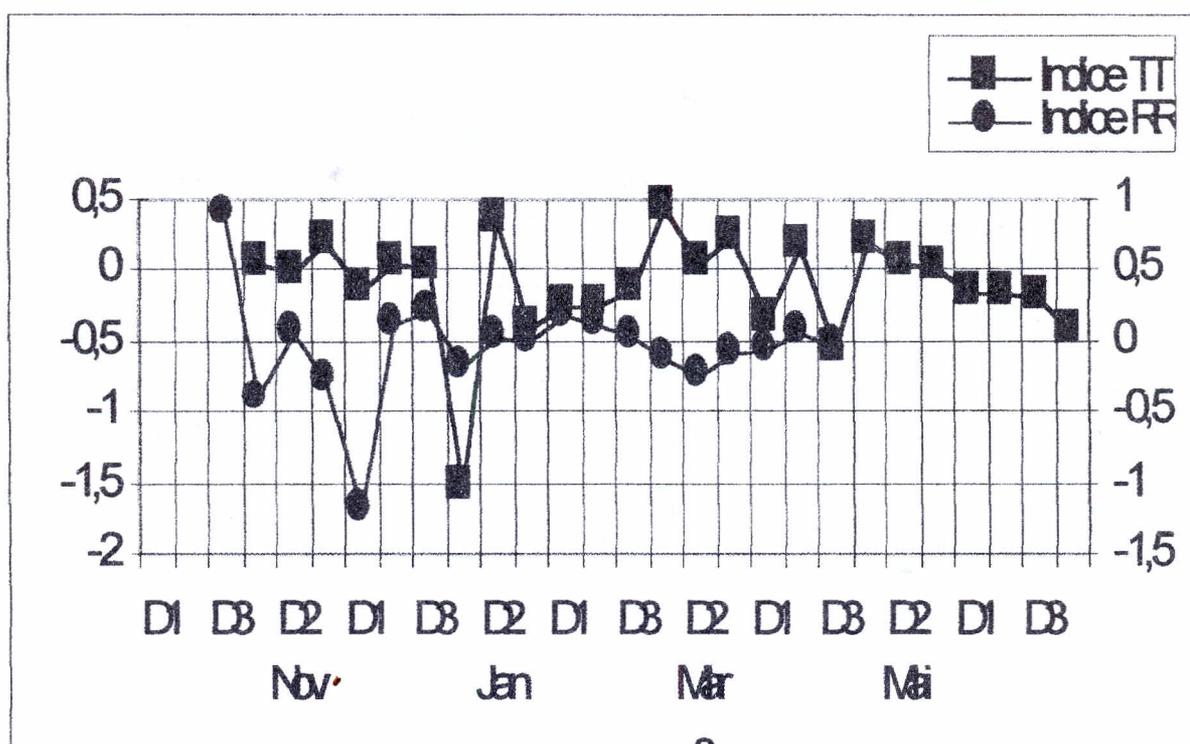


Figure 1: Valeurs des indices pluviométrique et thermique standardisés.

La représentation graphique de l'indice hydrique montre des valeurs minimales négatives durant la deuxième décennie de novembre jusqu'à la deuxième décennie de Décembre et la période se trouvant entre la deuxième décennie de Février et la première décennie de Mars, une dernière période d'indice négatif est à noter entre la 3<sup>ème</sup> décennie de Mars jusqu'à la 3<sup>ème</sup> décennie d'Avril, les minimums les plus accentués se trouvent durant la 1<sup>ère</sup> décennie de Décembre avec une valeur standardisée égale à  $-1,3$  cette valeur coïncide avec le stade levée - A pour les deux premières dates de semis qui s'étalent du 1<sup>er</sup> au 20 Novembre pénalisant les rendements ; Robert et Gate (1993) affirme qu'un excès d'eau encore possible à cette période peut limiter le tallage en pénalisant l'alimentation des plantes et en ralentissant la croissance par asphyxie. Le second minimum de cet indice est égal à  $-0,3$  présentant une période critique se trouvant au alentour de la première décennie d'Octobre, et enfin un dernier égal à  $-1,4$  durant la première décennie de Décembre.

L'indice thermique présente aussi trois minimums résumant l'effet du paramètre température et présentant le poids d'un événement sur terrain et responsable de la diminution du rendement (gelée hivernales et printanières). Les trois minimums figurent dans la première décennie de Janvier et les deux autres minimums se trouvent successivement dans la première et troisième décennie d'Avril révélant la présence de gelée hivernale. Le choix de la date de semis se base sur la non coïncidence de ces deux minimums avec les stades sensibles tels que le stade coléoptile et le stade de l'émergence de l'épi et la coïncidence des gelées printanières avec la phase F - M0, car celle-ci ne présente aucun handicap à n'importe quel paramètre ; se but n'est atteint que pour les deux premières décennies de novembre.

L'interprétation des deux indices simultanément, a permis de classer trois types de situations :

1. Les deux indices sont négatifs ;
2. L'indice thermique est négatif et l'indice hydrique positif ;
3. L'indice hydrique est négatif et l'indice thermique positif ;

## Conclusion

L'étude de l'interaction climat plante, repose principalement sur la connaissance de certains paramètres phréologiques de base intervenant directement dans l'élaboration du rendement. Ce travail repose essentiellement sur une étude fréquentielle, l'opération entreprise nous a permis de faire un choix d'une période d'installation de la culture en rapport avec les risques climatiques habituellement signalés au niveau de la région d'étude. En effet la région de Tiaret principale aire céréalière, est caractérisée selon les résultats dégagés, par un climat semi-aride dont les principales contraintes se résument par deux indices thermique et hydrique calculés à partir de probabilités.

L'analyse des résultats obtenus confirme l'effet général des périodes gélives, des manques d'eau avec des probabilités dépassant les 60% révélant des périodes de sécheresse et enfin des coups de chaleurs survenant en fin de cycle (échaudage) avec des probabilités dépassant 80%.

Par ailleurs il est à noter que notre zone d'étude ne présente pas de problèmes liés aux sommes de températures.

Le rôle des précipitations est indispensable pour l'élaboration des rendements, pour cela on peut conclure qu'une période critique est présente durant la première décennie de Décembre avec un indice égal à  $-1,3$ .

Pour les températures maximales il ressort de cette étude que plus les dates de semis tendent vers les mois de Décembre et Janvier, plus les risques d'échaudage en fin de cycle sont

à craindre. En conclusion la période de semis la plus adéquate se situe durant les deux premières décades du mois de Novembre.

Notons que les données phonologiques utilisées sont plus théoriques qu'expérimentales.

### Référence bibliographiques

Daniel S., et Keith L., 1991 : Estimating monthly and seasonal precipitation distribution using the 30 and 90 day outlooks. Ed. cornel university New York. pp 252-259.

Der Megredichian G., 1992 : Le traitement statistique des données multidimensionnelles, tome1. Edition Météo. France (Paris). pp 47-80.

Morancho J., 1995 : World durum wheat trade. Edition commerciale Gallo S. A. Barcelona (Spain) pp 213-219.

Robert L., et Gate p., 1993 : Les stade du blé. Ed. ITCF (Paris). 25 p.

**ETUDE COMPARATIVE DU COMPORTEMENT DU BLE DUR  
(*TRITICUM DURUM* Desf.) ET DU BLE TENDRE  
(*TRITICUM AESTIVUM* L.) VIS A VIS DU DEFICIT HYDRIQUE.**

Par M. *NADJI Omar*  
Maître Assistant  
Centre Universitaire Hassiba Ben Bouali  
Chlef 02000

**المخلص**

إن مردود الحبوب في الجزائر مزال مرتبط بالتقلبات الجوية وخاصة الأمطار. إن عملنا هذا هو محاولة للبحث عن وسائل قادرة على التخفيض من أثر نقص الماء على مكونات المردود من جهة و البحث على أصناف من القمح تقاوم نقص الماء من جهة أخرى.

إن نتائج هذا العمل تظهر بوضوح أن نظرة القديمة التي تميز بين القمح الصلب و القمح اللين قد أصبحت غير قادرة على شرح بعض النتائج و هذا راجع إلى النتائج التهجين و التصنيف التي قام بها الباحثين في أرجاء العالم.

**Résumé:**

Le rendement des céréales en Algérie demeure tributaire du régime pluviométrique annuel.

Notre travail est un essai de recherche de moyens biologiques (cultivars) pouvant diminuer dans un premier temps l'impact du déficit hydrique sur les composantes de rendements et la recherche de résistance au stress hydrique.

Nos résultats montrent clairement que le schéma classique des différences entre blé dur et blé tendre vis à vis de la consommation en eau est largement dépassé par les développements et la création de nouvelles variétés.

**Abstract :**

The output of cereals in Algeria dependent residence of the pluviometric regime of the years.

Our work is research test of means being able to decrease in a first time the impact of the hydrique deficit on components of outputs and the research of resistant cultivars to the stress hydrique.

Our results show clearly that the diagram of differences established between hard wheat and wheat tendre is exceeded by the development is the creation of new varieties no longer having this différences.

## 1. Introduction

Les cultures céréalières occupent dans l'agriculture algérienne une place dominante, tant par la grande superficie qu'elles occupent par rapport à la surface agricole utile (40 %), que par le fait qu'elles soient à la base de l'alimentation de la population.

Pendant, la production n'a pas connu d'augmentation face à l'énorme demande toujours croissante engendrée par l'accroissement de la population (humaine et animale) aggravant ainsi le déficit. La situation devient d'autant plus critique que la part de satisfaction de la demande alimentaire par la production nationale n'a pas excédé les 35% par an et que les 65% représentent donc les importations. Ces importations en céréales représentent pour l'Algérie 50% de la production mondiale en blé dur et elle est classée 10ème importateur mondial pour le blé tendre.

Actuellement, on considère que les problèmes de cette faiblesse de rendement sont surtout liés aux conditions climatiques, à savoir le déficit hydrique, la répartition irrégulière des pluies, les gelées tardives et le stress hydrique en fin de cycle, sans oublier aussi la mauvaise application des techniques de préparation du sol et l'utilisation du matériel agricole qui rendent la production de céréales complètement aléatoire et très insuffisante.

Notre travail se propose de faire la comparaison entre le comportement de 04 cultivars de blé (02 blés durs et 02 blés tendres) lors de deux années d'expérimentations conduites sans déficit hydrique (ETM) et sans irrigation. L'action de l'apport d'eau sur le comportement du rendement et ses composantes ainsi que sur quelque composantes morphologiques et la liaison avec la consommation en eau.

## 2 - Matériel végétal

Les variétés de blé étudiées sont Mohamed Ben Bachir, Mexicali, Mahon Démiás et HD1220, respectivement deux variétés de blé dur et deux variétés de blé tendre. Pour chaque type de blé nous avons respectivement une variété locale et une variété introduite.

## 3 - Irrigation

L'irrigation est réalisé par aspersion. La méthode utilisée pour déclencher l'irrigation des parcelles conduites en ETM, et en ETM du jusqu'à floraison, consistait à suivre l'évolution du niveau de l'eau dans le bac de type class A. Un abaissement du niveau d'eau de 20 mm a été pris comme seuil maximal, pour déclencher l'irrigation, afin d'éviter le stress chez le blé. Une irrigation par aspersion qui ramène la quantité d'eau perdue par le bac, permettait de combler ce déficit en eau.

Le suivi de la réserve hydrique du sol est fait par l'utilisation de la sonde à neutron (préalablement étalonnée).

Cette mesure du niveau du stock d'eau dans le sol permet d'apprécier la consommation en eau par la plante grâce à la méthode des bilans hydriques.

Cette méthode des bilans hydriques est définie par la formule suivante

$$P + I - D - R \pm DS + ETR = 0$$

ETR = Evapotranspiration réelle

P = Pluie tombée

I = Eau d'irrigation

D = Eau drainée

R = Eau ruisselée

DS = Variation du stock

d'eau dans le sol pour un intervalle de temps pour une tranche de sol  $[\Delta Z]_0^z$  voisine de la zone racinaire des plantes qui croissent dans le champ étudié. Ce terme sera négatif s'il représente une perte de stock et vice - versa.

Au vue de la faiblesse des précipitations durant notre étude, nous supposons que

$$D + R = 0$$

Dans le cas de la conduite sans apport d'eau par irrigation la consommation en eau sera définie par l'équation :

$$ETR = P \pm DS$$

Dans le cas de la conduite en ETM de la culture, l'équation du bilan devient ainsi :

$$ETM = P + I \pm DS$$

Le stock d'eau S est calculé par la formule

$$S_{zj} = (1.5H_{v10} + H_{v20} + \dots + H_{vk} + \dots + 0.5H_{vj})$$

$H_{v10}$  = Humidité volumique à la côte 10 cm

La variation du stock d'eau dans le sol peut-être positive ou négative est égale à :

$$DS = S_f - S_i \quad S_f = \text{Stock final} \quad S_i = \text{Stock initial}$$

## Résultats et discussions

### 4. Consommation en eau

Il existe des différences très hautement significatives entre les consommations en eau aux différents régimes hydriques. Le classement par le test de NEWMAN & KEULS au seuil de 5% montre qu'il existe autant de classes que de traitements.

Tableau 1: Consommation en eau par variété et par traitement et résultats statistiques

	Blés durs		Blés tendres		Moyennes	Résultats statistiques
	MBB	MEX	MAD	HD		
ETM	374.7 <b>Aa</b>	342.20 <b>Ab</b>	322.73 <b>Ab</b>	322.73 <b>Ab</b>	340.59 <b>A</b>	Régime : THS ET=20.3 C.V=7.2% Variété : THS ET=16.2 C.V=5.7% Interaction : THS ET= 14.0 C.V=5.0%
ETMf	324.83 <b>Ba</b>	292.67 <b>Ba</b>	328.20 <b>Aa</b>	232.63 <b>Bb</b>	294.58 <b>B</b>	
ETR	226.90 <b>Ca</b>	212.40 <b>Ca</b>	202.00 <b>Ba</b>	201.90 <b>Ca</b>	210.80 <b>C</b>	
Moyennes	308.8 <b>a</b>	282.4 <b>a</b>	284.3 <b>a</b>	252.4 <b>b</b>		

La consommation par variété présente des différences statistiques très hautement significatives. Le classement des cultivars montre l'existence de deux classes. La première est composée de Med Ben Bachir, Mahon Démias et de Mexicali alors que la seconde classe ne contient qu'une seule variété (HD1220).

La consommation en eau du traitement ETM est supérieure à la consommation en eau en régime ETMf qu'en régime sans irrigation ETR, du fait de la disponibilité de l'eau en surface et en profondeur.

En ETM, il semblerait que Med Ben Bachir ait la consommation d'eau la plus importante et que les trois autres ont des consommations statistiquement équivalentes.

En ETMf, HD1220 présente la consommation en eau la plus faible tandis que Med Ben Bachir, Mexicali et Mahon Démias ont des consommations en eau égale.

En régime sans irrigation, la consommation en eau des cultivars étudiés est statistiquement équivalente.

Ces consommations d'eau, cumulées, montrent une consommation totale en eau plus importante chez les blés locaux que chez les blés améliorés.

Dans le cas du traitement en régime ETMf, on notera une diminution de cette consommation durant la période de maturation. Cette diminution concerne surtout les phases du remplissage du grain (Grain pâteux) et celle de la maturation.

En régime sans irrigation (ETR), la consommation d'eau dépend essentiellement du régime pluviométrique et de l'aptitude des cultivars à puiser l'eau en profondeur. C'est ainsi que durant cette année 1995, les consommations d'eau sans irrigation, des cultivars étudiés, sont plus faibles que leurs consommations d'eau en ETM ou en ETMf.

L'année 1995, montre une faiblesse importante du régime pluviométrique, ce qui n'est pas sans causer des préjudices à la culture. Cette faiblesse engendre des taux de satisfaction des besoins en eau très faible.

Tableau 2 : Taux de satisfaction des besoins en eau de la culture

Périodes	Med Ben Bachir			Mexicali			Mahon Démias			HD1220		
	ETM	ETMf	ETR	ETM	ETMf	ETR	ETM	ETMf	ETR	ETM	ETMf	ETR
Végétative	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	0.93	1.00	1.00	0.75	1.00	1.00	0.90
Reproduction	1.00	1.00	0.58	1.00	1.00	0.58	1.00	1.00	0.51	1.00	1.00	0.65
Maturation	1.00	0.62	0.51	1.00	0.62	0.47	1.00	0.66	0.48	1.00	0.63	0.47
Moyenne	1.00	0.86	0.63	1.00	0.81	0.62	1.00	0.87	0.54	1.00	0.87	0.63

On remarquera que lors du traitement ETR, durant la première phase de développement des blés (phase végétative), les taux de satisfaction sont assez importants sauf pour Mahon Démias qui présente le taux le plus faible à cause d'un retard de développement durant les périodes froides et pluvieuses, donc une mauvaise adaptation aux conditions du milieu de notre région.

Pour le traitement ETMf, les cultivars étudiés se comportent de la même manière, car le déficit hydrique ne s'est installé qu'après floraison. Durant cette période, le stock d'eau dans le sol étant important, et la consommation en eau n'est que très peu affectée, engendrant des taux de satisfaction des besoins en eau pas très faibles (tableau 2).

#### 4.1 - Efficience de l'eau d'irrigation

C'est une notion qui se rapporte non plus à l'eau transpirée, mais à l'eau apportée sous forme d'irrigation ; cette quantité d'eau apportée par irrigation, est utilisée de différentes manières (Evapotranspiration, drainage, ruissellement, stockage dans le sol...); elle ne représente pas non plus la totalité de l'eau fournie à la culture, puisqu'elle ne comprend ni l'eau de pluie, ni l'eau fournie par le sol. La notion d'efficience de l'eau d'irrigation est donc une notion pratique qui se mesure au champ.

Elle s'exprime donc par la formule :

$$\text{Eff} = \frac{\text{Petm} - \text{Psec}}{\text{Cetm} - \text{Csec}} \quad \text{avec}$$

- Petm = Production en ETM

- Psec = Production en ETR

- Cetm = Consommation en eau en ETM

- Csec = Consommation en eau en ETR

L'avantage des blés améliorés, est leur efficacité de l'eau d'irrigation qui est supérieure à celle des blés locaux pour l'élaboration du rendement en grains. C'est à dire le rapport qui lie la production de matière sèche à la quantité d'eau consommée.

Tableau 3 : Efficacité de l'eau d'irrigation dans la formation du rendement en grain (1995).

	Med Ben Bachir		Mexicali		Mahon Démias		HD1220	
	ETM	ETR	ETM	ETR	ETM	ETR	ETM	ETR
Rdt grain (q/ha)	26.01	7.24	55.37	10.12	53.38	6.35	54.28	9.50
Consommation (mm)	374.67	227.96	342.22	202.39	375.43	185.03	322.84	201.92
Efficacité	0.13		0.32		0.25		0.37	

#### 4.2 - Analyse du rendement et ses composantes.

Un effet très hautement significatif est observé pour les variables : le rendement en grains, nombre de grains au m<sup>2</sup>, le poids de 1000 grains, le nombre d'épi au m<sup>2</sup>, le nombre d'épillets stériles/épi, le nombre d'épillets fertiles/épi et le nombre total d'épillets/épi.

L'interaction Variété×traitement hydrique est très hautement significative pour toutes les variables étudiées.

### 5 LIAISONS ENTRE LE RENDEMENT, SES COMPOSANTES ET LA CONSOMMATION EN EAU

La liaison entre le rendement en grains, le nombre d'épis/m<sup>2</sup>, le nombre de grains/m<sup>2</sup> et le poids de 1000 grains d'une part, et la consommation en eau, d'autre part, au cours de l'année 1995 (année sèche), montre des coefficients de corrélation (r) élevés (0.88 à 0.99) et très hautement significatifs.

Durant l'année 1996 (année pluvieuse), la relation entre les paramètres étudiés et la consommation en eau n'est pas significative à l'exception du rendement et du poids de 1000 grains de la variété HD1220.

#### 5.1 - Le rendement

L'analyse des équations des liaisons entre le rendement et la consommation en eau par variété et par année ainsi que les coefficients de corrélations et de détermination liées aux droites de régression linéaire ( $y = ax + b$ ) donnent :

Tableau 4 : Equations des liaisons entre le rendement grains et la consommation en eau par variété et par année

Cultivars	Med Ben Bachir		Mexicali		Mahon Démias		HD1220	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
a	0.1243	0.2643	0.3397	0.2060	0.2410	0.2450	0.5546	1.06
Probabilité	***	NS	***	NS	***	NS	***	***
b	-21.236	-81.255	-65.422	-27.331	-45.005	-48.037	-62.427	-284.33
Probabilité	***	NS	**	NS	NS	NS	**	***
R	0.9839	0.6376	0.9404	0.5648	0.9043	0.42059	0.6779	0.9322
	***	NS	***	NS	***	NS	***	***

En année sèche (1995), les coefficients de régressions sont très hautement significatifs, tandis qu'en année pluvieuse (1996) seule la variété HD 1220 présente un coefficient de régression très hautement significatif.

Les variétés améliorées HD1220 et Mexicali présentent les pentes plus élevées ( $a = 0.35$  et  $0.34$ ), Med Ben Bachir la pente la plus faible ( $a = 0.12$ ) et Mahon Démias une pente intermédiaire ( $a = 0.24$ ).

La figure 1, montre les réponses différentes des cultivars à l'apport d'eau, c'est la variété locale Med Ben Bachir qui valorise le moins l'eau d'irrigation. Les variétés HD1220 et Mexicali présentent un comportement identique (droites de régression parallèles) ; Mahon Démias a un comportement intermédiaire.

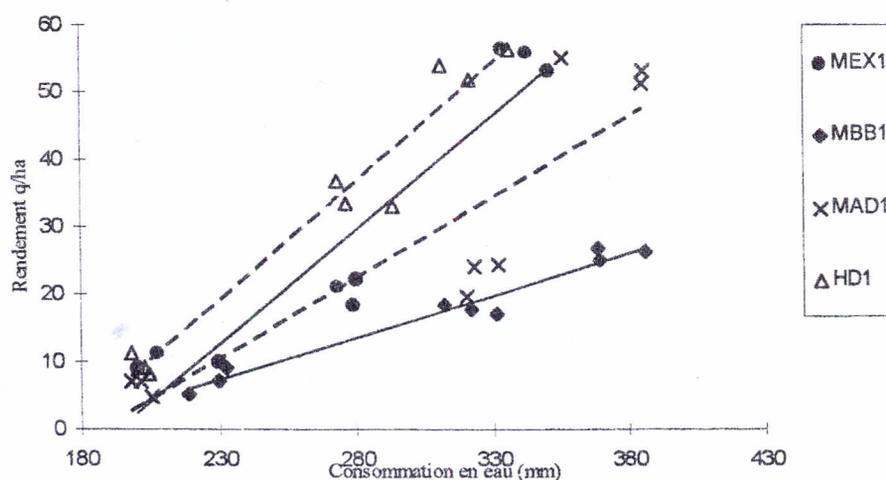


figure 1 : Evolution du rendement en grains en fonction de la consommation en eau au cours de l'année 1995.

La réponse des variétés étudiées semble dépendre en premier lieu des conditions climatiques de l'année de l'essai. En année pluvieuse, seule la variété HD1220 profite de l'eau apportée.

En année sèche, la réponse à l'eau d'irrigation dépend plus de la variété que de l'espèce. Les blés améliorés (HD1220, blé tendre et Mexicali, blé dur) valorisent mieux l'eau apportée que les variétés locales (Mahon Démias, blé tendre et Med Ben Bachir blé dur).

## 5.2 - Les composantes du rendement

### 5.2.1 - Le nombre d'épis au m<sup>2</sup>

La réponse du végétal dépend de l'année climatique. Ce n'est qu'en année sèche que l'on constate des différences entre les cultivars.

La variété HD1220 présente la pente la plus élevée ( $a = 3.07$ ), Mexicali la pente la plus faible ( $a = 0.96$ ), les variétés Med Ben Bachir et Mahon Démias présentent des pentes intermédiaires ( $a = 1.86$  et  $a = 1.67$ ).

Tableau 5 : Equations des liaisons entre le nombre de pieds / m<sup>2</sup> et la consommation en eau par variété et par année

Cultivars	Med Ben Bachir		Mexicali		Mahon Démias		HD1220	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
a	1.861	0.3991	0.95550	0.5573	1.6660	0.9878	3.070	0.9043
Probabilité	***	NS	**	NS	***	NS	***	NS
b	-146.32	379.070	43.7421	144.920	-43.166	348.012	-392.25	329.010
Probabilité	NS	NS	NS	NS	NS	NS	***	NS
R	0.9301	0.3965	0.88714	0.5349	0.9263	0.3192	0.9901	0.5361
	***	NS	**	NS	***	NS	***	NS

La figure 2 montre les différentes réponses des variétés à l'apport d'eau. Le classement montre un regroupement des variétés locales (Mahon Démias et Med Ben Bachir) entre les variétés améliorées avec HD1220 en position la plus forte et Mexicali, la plus faible.

La réponse des variétés semble dépendre, aussi, en premier lieu de l'année climatique. En année pluvieuse on ne constate aucune différence dans le comportement entre les variétés. En année sèche, la réponse à l'eau dépend plus de la variété que de l'espèce.

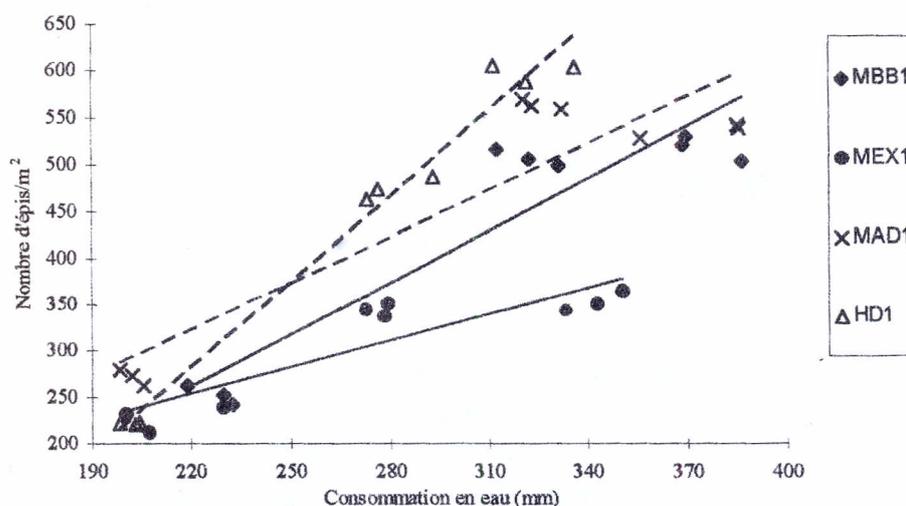


figure 2 : Evolution du nombre d'épis au m<sup>2</sup> en fonction de la consommation en eau au cours de l'année 1995.

### 5.2.2 - Le nombre de grains au m<sup>2</sup>

Les équations de liaisons entre le nombre de grains au mètre carré et la consommation en eau par variété et par année ainsi que les coefficients de corrélations et de déterminations liées au droites de régression ont donné les résultats suivants :

En année sèche (1995), les coefficients de régressions sont très hautement significatifs.

En année pluvieuse (1996), tous les cultivars présentent des coefficients de régression non significatif.

Tableau 6 : Equations des liaisons entre le nombre de grains au m<sup>2</sup> et la consommation en eau par variété et par année.

Cultivars	Med Ben Bachir		Mexicali		Mahon Démias		HD1220	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
a	133.0	158.3	64.90	69.4	68.33	102.3	225.0	244.0
Probabilité	***	NS	***	NS	***	NS	***	NS
b	-23709	-41489	-8788.3	-12528	-6378.6	-16758	-40288	-54462
Probabilité	***	***	***	NS	NS	NS	***	NS
R	0.9699	0.6457	0.9898	0.6973	0.9229	0.3673	0.9726	0.5743
	***	NS	***	NS	***	NS	***	NS

HD1220 avec une perte a = 255 se classe en tête; suivi de Med Ben Bachir ( a = 133 ); Mahor. Démias et Mexicali ( a = 68.33 et a = 64.90) se classent en dernière position.

L'évolution du nombre de grains au mètre carré en fonction de la consommation en eau, (figure 3) est différentes suivant les cultivars.

La meilleure réponse est donnée par la variété HD1220 et la plus mauvaise par Mexicali et Mahon Démias ; Med Ben Bachir occupe une position intermédiaire.

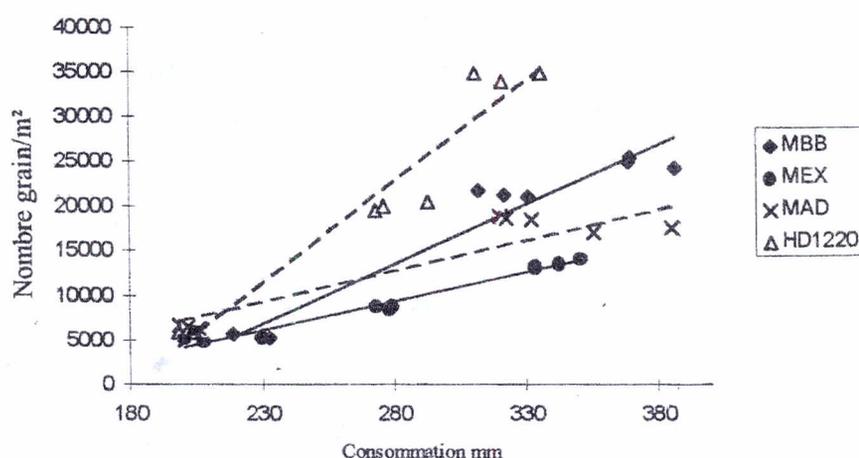


figure 3 : Evolution du nombre de grains/m<sup>2</sup> en fonction de la consommation en eau durant l'année 1995

La réponse des variétés à l'apport d'eau semblent être sous l'effet des conditions climatiques de l'année de l'essai. En année pluvieuse, il n'y a pas de différence significative entre les variétés

En année sèche la réponse à l'eau d'irrigation pour HD1220 est très importante suivi de Med Ben Bachir, les variétés Mexicali et Mahon Démias ont un comportement analogue. Ici aussi, l'influence variétale est prépondérante sur l'influence spécifique.

### 5.2.3 - Le poids de 1000 grains.

L'analyse présente des liaisons entre le poids de 1000 grains d'une part et la consommation en eau des cultivars d'autre part, par variété et par année ainsi que les

coefficients de corrélations et de détermination des droites de régression linéaire ( $y = ax+b$ ).

En année sèche, les coefficients de régression sont très hautement significatifs pour tous les cultivars. En année pluvieuse seule la variété HD1220 semble répondre positivement à l'apport d'eau.

Tableau 7 : Equations des liaisons entre le poids de 1000 grains et la consommation en

Cultivars	Med Ben Bachir		Mexicali		Mahon Démias		HD1220	
	1995	1996	1995	1996	1995	1996	1995	1996
a	0.0540	0.1170	0.1380	0.0648	0.0906	0.1338	0.1037	0.3729
Probabilité	***	NS	***	NS	***	NS	***	***
b	26.459	-0.878	1.0930	12.785	5.8682	-0.145	7.7840	-83527
Probabilité	***	NS	NS	NS	NS	NS	**	**
R	0.9044	0.6114	0.9635	0.1038	0.8937	0.5100	0.9889	0.9245
	***	NS	***	NS	***	NS	***	***

Nous remarquons des réponses équivalentes pour HD1220 et Mahon Démias ( $a = 0.103$  et  $a = 0.091$ ) qui sont intermédiaires entre la forte réponse de Mexicali ( $a = 0.138$ ) et la plus faible valorisation de l'eau de Med Ben Bachir ( $a = 0.054$ ).

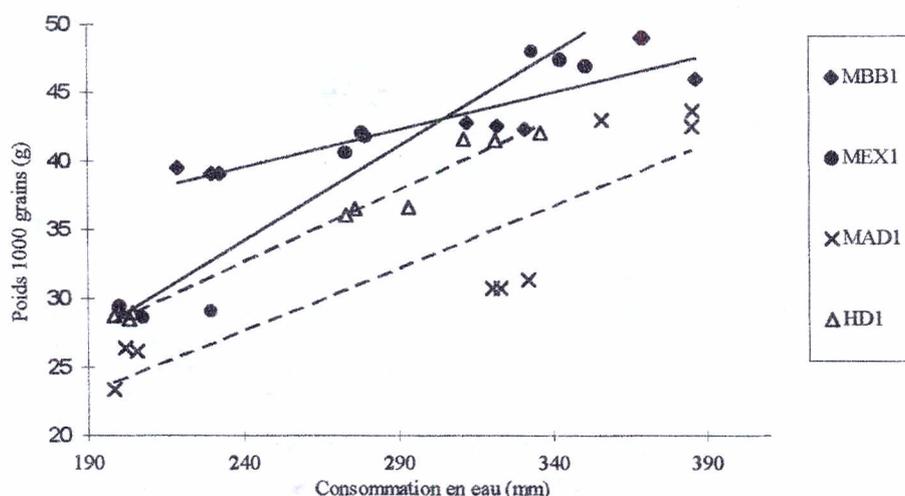


Figure 4 : Evolution du poids de 1000 grains en fonction de la consommation en eau au cours de l'année 1995

Le classement des coefficients de régression par variable étudiées (tableau 8) montre la domination de HD1220 sur les autres cultivars sauf pour le poids de 1000 grains où c'est la variété Mexicali qui se classe en tête.

Les variétés Med Ben Bachir et Mahon Démias donnent des résultats médiocres, et ne présentent qu'une faible liaison entre le rendement et la consommation en eau en comparaison avec HD1220 et Mexicali.

Le cultivar amélioré Mexicali montre une liaison importante du rendement à la consommation en eau, en s'appuyant uniquement sur sa capacité à produire un poids de 1000 grains important.

Tableau 8 : Classement récapitulatif des coefficients de régression par variable et par variété

Variétés \ Variables	RDT	Epi/m <sup>2</sup>	Grains/m <sup>2</sup>	PMG
Med Ben Bachir	0.12 c	1.86 b	133.0 b	0.05 c
Mexicali	0.34 a	0.96 c	64.90 c	0.14 a
Mahon Démias	0.24 b	1.67 b	58.80 c	0.09 b
HD1220	0.36 a	3.07 a	225.0 a	0.10 b

La variété HD1220, donne le plus haut rendement en grains en procurant les plus hautes composantes de rendement (Nombre d'épi au m<sup>2</sup>, nombre de grains au m<sup>2</sup> et le poids de 1000 grains).

### 6. - Evolution de la surface foliaire.

L'analyse statistique montre un effet très hautement significatif du traitement hydrique est donné le classement suivant :

$$ETM > ETMf > ETR$$

Tableau 9 : Surface foliaire de la feuille étendards par variété et par traitement et résultats statistiques de l'année 1995.

	Blés durs		Blés tendres		Moyennes	Résultats statistiques
	MBB	MEX	MAD	HD		
ETM	11,42 aD	13,40 aC	22,57 aA	14,64 aB	15,51 A	Régime : THS ET = 0.1 C.V=0.8% Variété : THS ET=0.14 C.V=1.1% Interaction : THS ET= 0.16 C.V=1.2%
ETMf	9,83 b D	11,41 b C	17,45 bA	13,29 bB	13 B	
ETR	6,64 cD	9,19 cC	12,32 cB	12,74 cA	10,22 C	
Moyennes	9,3 d	11,33 c	17,45 a	13,56 b	12,91	

L'analyse de la variance (tableau 9) montre qu'il existe des différences significatives entre les cultivars. Le classement des moyennes donne autant de classes que de cultivars.

- a) Mahon Démias
- b) HD1220
- c) Mexicali
- d) Med Ben Bachir

L'effet de l'interaction est très hautement significatif.

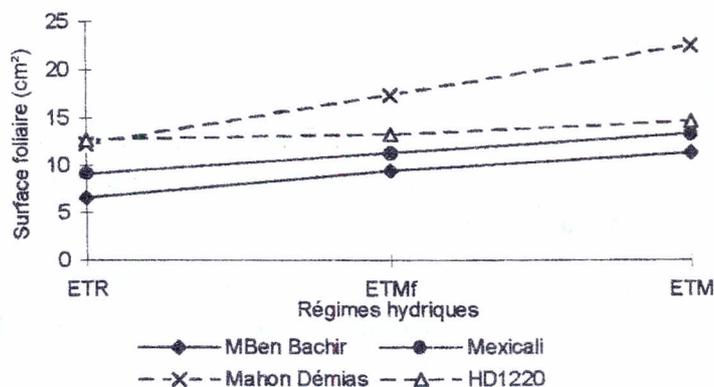


figure 5 : Evolution de la surface foliaire par variété en fonction du traitement hydrique pour la campagne 1995

L'analyse statistique de l'interaction entre l'ETR et l'ETMf, montre qu'il existe trois groupes composé de respectivement de :

Med Ben Bachir et Mexicali > HD1220 > Mahon Démias

Le test de classement différences de l'interaction variétés \* traitements hydriques entre le régime à l'ETMf et l'ETM montre qu'il existe deux groupes homogènes formés de Med Ben Bachir Mexicali et HD1220 d'un côté et Mahon Démias de l'autre côté.

### 7 - Indice de sensibilité au stress hydrique.

Il est obtenu par le rapport: 
$$ISS = \frac{Sfi - Sfs}{Sfi} \times 100$$

Sfi: Surface de la dernière feuille dans le cas du traitement à l'ETM,

Sfs: Surface de la dernière feuille dans le cas du traitement en ETR,

Tableau 10 : Evolution de l'indice de sensibilité au stress hydrique

	Med Ben Bachir	Mexicali	Mahon Démias	HD 1220
1995	71,98	45,81	83,19	14,91
1996	03,48	06,21	05,72	02,37
Moyenne	37,73	26,01	44,46	8,64

L'agressivité du milieu extérieur se voit par le comportement des surfaces foliaires des cultivars étudiés (tableau 9) et par l'indice de sensibilité au déficit hydrique (tableau 10).

D'après RAWSON et EVANS (1971), notent que l'effet du déficit hydrique se répercute aussi bien sur le nombre de tiges/m<sup>2</sup> que sur la surface foliaire sans affecter le nombre de feuilles/tige.

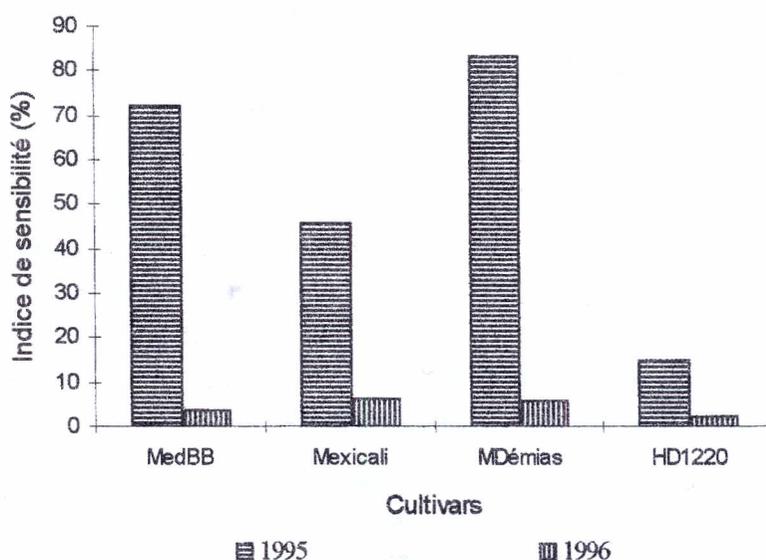


Figure 6 : Evolution de l'indice de sensibilité à la sécheresse par variété et par année

En moyenne, Mahon Démias apparaît avoir la sensibilité la plus importante au déficit hydrique suivi par Med Ben Bachir, Mexicali et enfin HD 1220.

Durant l'année 1995 (déficit hydrique très sévère), c'est Mahon Démias qui a présenté la sensibilité la plus importante. HD 1220 présente une sensibilité à la sécheresse la moins importante de tous les cultivars étudiés.

Il apparaît ainsi que le HD 1220 présente une résistance ou/et une tolérance au déficit hydrique la plus importante contrairement aux autres cultivars.

L'écart de sensibilité entre les campagnes par variété et par traitement donne le meilleur résultat pour HD 1220 suivi par successivement Mexicali, Med Ben Bachir et Mahon Démias avec respectivement 12.5, 39.6, 7.5 et 77.5. La sensibilité de Mahon Démias ne fait aucun doute au déficit hydrique suivi de Med Ben Bachir et Mexicali et la meilleure résistance se manifeste chez HD 1220.

## CONCLUSION GENERALE

Les performances de chaque cultivar dans des conditions climatiques bien connues sont les seules caractéristiques pouvant déterminer l'aptitude à la culture dans une région.

Cette étude a permis de montrer que Mahon Démias est une variété trop sensible aux aléas climatiques de notre région, contrairement à la variété HD 1220 qui donne des résultats largement supérieurs à tous les autres cultivars pour les caractéristiques étudiées.

La sensibilité du cultivar Mahon Démias est un handicap à sa culture dans notre région, sa sensibilité au stress hydrique durant la période végétative engendre une diminution importante du nombre de pieds/m<sup>2</sup>. Durant la période de reproduction et lors de la montaison un stress hydrique diminue considérablement le nombre d'épillets/épi faisant diminuer le potentiel de production du cultivar. Si un déficit hydrique se manifeste durant la période post-floraison la diminution du poids de 1000 grains est à craindre. Si ce déficit hydrique est sévère, elle risque l'échaudage et même d'avortement des fleurs fécondées.

Les risques de déficit hydrique durant la période de montaison ne sont pas importants si on les compare aux risques d'un déficit hydrique en phase de post-floraison dans notre région.

Med Ben Bachir est un cultivar assez résistant si l'on sait que c'est une variété locale. C'est un cultivar qui dans des conditions climatiques favorables présente la sensibilité la moins importante après celle de HD 1220. Il semble que cette variété soit moins sensible à un déficit hydrique lors de la montaison qui pourrait diminuer le nombre potentiel d'épillets/épi. Il suffirait pour Med Ben Bachir qu'un déficit hydrique post-floraison soit comblé pour qu'il exprime le maximum de son potentiel génétique dans notre région.

La variété Mexicali est remarquable par son potentiel de production avec des rendements importants pouvant dépasser les 55 qx/ha dans les conditions hydriques optimales, et résistante à la sécheresse car dans les conditions extrêmes de déficit hydrique elle arrive à produire et de façon significative si on compare son rendement au rendement national en blé dur (environ 11 qx/ha). La sensibilité au stress post-floraison agit surtout sur le remplissage du grain c'est à dire sur le poids de 1000 grains qui s'en trouve affecté.

La chute du rendement lors du traitement non irrigué en comparaison au traitement R1 est sous l'influence de la variation de deux importants facteurs à savoir le nombre d'épillets total/épi et le poids de 1000 grains. La diminution du nombre d'épillets total initié au moment de la montaison limite le potentiel de production du cultivar. Cette limitation s'ajoute la diminution du poids de 1000 grains se qui engendre des pertes de rendement conséquentes.

## Références bibliographiques

- ASPINAL D., 1984.** - Water deficit and whant control of crop productivity. *Academic. Press. Australia. n° 7, pp 255-270.*
- BALDY C., 1985.** - Contribution à l'étude des applications de la bioclimatologie végétale à l'agrométéorologie des zones aride et semi-arides en climat méditerranéen et tropicale. *Thèse Doct. Marseille.*
- CRUIZIAT P., 1991.** - Measument of plant water status for comparative studies on drought resistance in plants. *21eme coll. Inter. Potash intit. Bern. Suisse*
- DERAISSAC M., 1992.** - Mécanisme d'adaptation à la sécheresse et maintient de la productivité des plantes cultivées. *Agronomie tropicale, vol.46, n°01. pp 29-39.*
- GRIGNAC P., 1981.** - Limites de potentialités de production du blé dans différents systèmes de culture et dans différentes zones méditerranéennes. *Séminaire AGRIMED de BARI (ITALIE) du 30 Septembre au 20 Octobre 1981, pp 185-195.*
- KATERJI N. et CRUIZIAT P., 1985.** - Etats et transfert hydriques chez les végétaux, quelques faits et problèmes in "Les besoins en eau des culture". *Ed INRA Paris 1985. pp 35-54.*
- MEKLCHE A., BOUTHIER A. Et GATE P., (1992).** - Analyse comparative des comportements à la sécheresse du blé dur et du blé tendre. In "Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale". *Montpellier, 15-17 décembre 1992. Ed INRA Paris.*
- TRIBOI-BLONDEL A.M., 1978.** - Effet de différents régimes d'alimentation hydrique sur l'activité *in-vivo* de la nitrate réductase dans les feuilles de dactyle. *C. R. Acad. Sc. Paris, 286, 1795-1798.*

# ETUDE DE L'IMPORTANCE DE LA GROSSEUR DES GRAINES EN CONDITIONS DE STRESS HYDRIQUE ET CE POUR QUELQUES PARAMETRES PHYSIOLOGIQUES CHEZ LE BLE DUR (*Triticum durum* DESF.)

ADJAB M.(1) ; BRINIS L. (2)

Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar,  
BP. 12. Annaba, 23000

**Résumé :** Une étude comportant un essai de blé dur cv. Vitron et de blé tendre cv. HD 1220 et ARZ a été poursuivie tantôt au champ tantôt au laboratoire. Le but poursuivi concerne l'identification de quelques seuils de mécanismes de tolérance au stress hydrique ; parmi lesquels la perte graduelle en eau (RWL), la turgescence cellulaire (RWC), la teneur en chlorophylle et l'accumulation d'osmotocums (proline et sucres solubles) et la biomasse.

Ajouté à cela, un paramètre morphologique (grosseur des graines) a été étudié pour évaluer l'interaction grosseur- biomasse par la profondeur de semis. Les résultats obtenus suggèrent les conclusions suivantes :

Au champ, le potentiel génétique (grosseur) a prévalu sur l'effet environnement (profondeur). Les petites graines semblent avoir une meilleure aptitude à tolérer le déficit hydrique ; ceci est vérifié par le ratio chl a/ chlb, la transpiration cuticulaire (RWL) et par le rendement en biomasse. Au plan biochimique d'une manière générale l'accumulation de proline et la diminution de sucres solubles en conditions stress hydrique conforte l'hypothèse selon laquelle il y aurait une translocation des sucres en faveur de l'acide aminé proline. Plus le stress augmente, plus importante est l'accumulation de proline.

**Mots clés :** Blé- tolérance-stress hydrique- physiologie-osmotocums

1 : chercheur non confirmé CRSTRA

2 : chercheur confirmé CRSTRA

**Summary :** A wheat trial, cv. Vitron ( durum wheat) ; ARZ and HD 1220 (bread wheat) has been conducted under field and laboratory conditions. Among the objective, identification of some water deficit tolerance mechanisms, such as rate water loss, (RWL), relative water content (RWC), chlorophyll content, osmotocums accumulation (solubles sugars and proline) and biomass. In addition to that, morphological traits (seed size) has been studied in order to evaluate the seed size- biomass yield interaction. The results that have been obtained suggest the following conclusions :

In the field, genetic potentiel as far as seed size is concerned, prevailed on environmental effect. Small grains seemed to have a better ability to tolerate water deficit. This is verified by Chl a/chlb ratio, cuticular transpiration (RWL) and by biomass yield. On biochemical side, in a general manner, proline accumulation and decrease of soluble sugar under water stress enhance the hypothesis according which translocation of sugars might be occurring in favor of proline content. The most water stress is increasing, the more important is the proline accumulation.

**Key words :** wheat- tolerance- water stress- physiology-osmotocums.

## INTRODUCTION :

Les caractéristiques climatiques des zones céréalières d'Algérie font que la culture de blé se trouve exposée aux contraintes liées à une sécheresse intermittente (SEMIANI). Par conséquent, cause de pertes de rendement importantes. Chez les blés durs, ces pertes peuvent atteindre jusqu'à 50%.

Cependant la sélection pour la tolérance aux contraintes de production aux milieux arides présente de grandes difficultés à cause d'une part, des nombreux mécanismes de résistance qui entrent en jeu et d'autre part du déterminisme génétique des cultivars (VIENNE, 1995).

Cette résistance ou « adaptation » s'exprime par la réponse à la contrainte imposée par une succession de modification au niveau cellulaire, subcellulaire, et moléculaire qui sont dépendantes des potentialités de l'espèce (Demarly 1984.)

Ainsi l'objectif de notre recherche est de quantifier les effets du stress hydrique sur quelques mécanismes morphophysiochimique et biochimique sur quelques variétés de blé dur et tendre. A cet effet l'aspect grosseur des graines, très déterminant et en partie responsable des performances futures a été pris en considération.

## Matériel et méthodes :

L'étude a porté sur trois variétés de blé, une de blé dur (*Triticum durum* c.v. Vitron), deux autres de blé tendre (*Triticum vulgare* c.v. HD 1220 AR2).

Un essai au champ a été réalisé pour l'évaluation du pouvoir de tallage, un autre a été conduit au laboratoire et a porté sur quelques tests physiologiques et biochimiques à un stade juvénile de la plante deux stress hydrique (modéré et prononcé).

L'essai au champ a été installé à l'ITEBO (Institut technique de l'élevage Bovin et Ovin) sur des parcelles de 20m<sup>2</sup>, répétées en trois blocs, chacun subdivisés en 6 parcelles élémentaires de 1m<sup>2</sup>. Les variables considérées furent la profondeur de semis (4cm, 6cm et 8cm) et la grosseur des graines (3 catégories : petites, moyennes, grosses).

## Tests encourus :

1. Evaluation des rendements en biomasse : matière sèche- matière fraîche.
2. Surface foliaire : elle est déterminée selon la méthode de Paul et al (1971)
3. Perte graduelle en eau sur feuille excisée : détermination selon la méthode de Clarke et Mc Caig (1982) suivant la formule :

$RWL = (P_i - P_{2h} / PS) \times (1/SF \times 120mm)$  où :

$P_i$  : Poids initial de la feuille excisée

$P_{2h}$  : Poids frais après 2 heures (équilibre hydrique foliaire)

SF : Surface foliaire

PS : Poids sec après dessiccation à l'étuve (24h à 85°C)

4. Turgescence cellulaire ou teneur relative en eau (RWC). Déterminée selon la méthode de Clarke et Mc Caig (1982) adoptée par Rascio en 1981. Le calcul se fait selon la formule :

RWC :  $(FW - DW / TW - DW) \times 100\%$  où :

FW : Poids frais

TW : Poids à la turgescence

DW : Poids sec

### **Extraction de la chlorophylle :**

L'extraction de la chlorophylle des tissus foliaires se fait selon la méthode utilisée par Hiscox et Israelsiam (1978).

La formule relative au solvant, établie par Mc Kinney et Arnon (1949) nous permet de calculer la valeur de la chlorophylle.

Chl a =  $10 \text{ D.O } 663 - 2.67 \text{ D.O } 645$

Chl b =  $22.5 \text{ D.O } 645 - 4.68 \text{ D.O } 663$

D.O.= Densité optique.

### **Dosage des sucres solubles :**

Les sucres solubles sont dosés par la méthode de Schields et Burnett (1960) en utilisant l'anthrone en milieu sulfurique comme réactif.

### **Dosage de la proline :**

La technique utilisée est celle de Troll et Lindsley (1955), Simplifiée et mise au point par Dreier et Goring (1974) et modifiée par Monneveux et Newman (1986).

### **Résultats et discussion :**

**Au champ :** les résultats obtenus nous permettent de conclure que sous les conditions agroclimatiques qui ont caractérisé l'année d'expérimentation, le paramètre grosseur des graines a été plus déterminant que la profondeur des semis, ce qui suggère un effet marquant de l'aptitude physiologique des semences à avoir un meilleur pouvoir de tallage lorsqu'une catégorie de grosse graine est considérée.

Le fait que la profondeur de semis n'ait pas eu un effet sur le tallage peut être attribué aux conditions de la mise en germination, le lit de semences étant favorable, la profondeur n'a pas été un facteur limitant. Ceci est tout de même à prendre avec prudence lorsque nous savons que les conditions sous lesquelles les semences céréalières sont emblavées, sont souvent suboptimales.

Dans les conditions du laboratoire ; les semis étant réalisés en pots, les résultats peuvent être ainsi résumés :

#### **- Rendement en biomasse :**

Illustré par le ratio R/C (racines/coléoptiles) et indique que les graines de petites taille, lorsque le stress hydrique imposé est modéré (3 jours de stress), sont celles

qui tirent le plus profit en élaborant une biomasse relativement importante par rapport aux deux autres catégories (moyennes et grosse).

Lorsque le stress hydrique est sévère (7 jours), ce sont les grosses graines qui ont un meilleur rendement biologique.

#### - RWL :

En condition de stress hydrique, les semences de petite taille sont celles qui ajustent le mieux la transpiration cuticulaire et suggèrent leur mode «économe» d'utilisation efficace en eau.

#### Teneur en chlorophylle :

L'intérêt est porté vers le ratio chl<sub>a</sub>/chl<sub>b</sub>, admis en bibliographie, comme un marqueur de tolérance au stress hydrique. Ainsi, au plan énergétique, en présence d'un stress prononcé, ce sont les petites graines qui donnent le meilleur rendement, ceci suggère un surcoût énergétique, comme effort supplémentaire généré par cette catégorie pour contourner ou supporter la contrainte imposée.

#### Accumulation d'Osmotiques : (Sucres solubles et proline)

Les résultats obtenus montrent qu'il y a une baisse de taux de sucres solubles en même temps une augmentation de la teneur en proline.

Ce résultat renvoie à l'hypothèse selon laquelle il y aurait une translocation des sucres en faveur de la proline, une voie encore tout autant indiquée que justifiée d'une forme d'adaptation grâce à un mécanisme d'ajustement osmotique.

#### Conclusion :

Au terme de cette étude, les principales conclusions à tirer sont les suivantes :

- Au niveau du champ, l'effet grosseur des graines semble le plus privilégié en regard au bon tallage obtenu par les grosseurs des graines.
- Au laboratoire : l'augmentation du rendement en biomasse exprimé par le R/C justifie une meilleure capacité d'adaptation pour les petites graines lorsque le stress hydrique imposé est faible.
- Lorsque le stress hydrique est prononcé, les grosses graines sont les plus performantes au plan physiologique. De même, le chl<sub>a</sub>/chl<sub>b</sub> et la transpiration cuticulaire exprimée par le RWL vont en faveur des petites graines, lorsque le stress est prononcé.

La teneur en proline augmente avec la catégorie des graines, cette accumulation confirme l'idée que l'ajustement osmotique justifie une adaptation particulière au stress hydrique.

## Bibliographie.

BRINIS L. 1995. Etude de quelques mécanismes de tolérance à la sécheresse et déterminisme génétique chez le blé dur (*Triticum durum* DESF.). Thèse de Doctorat d'Etat Université de Annaba. pp 159.

DE VIENNE, 1995. Les marqueurs moléculaires et leurs applications. Collection Biotechnologies Végétales , Demarly Y. et Picard E.

SEMIANI M. 1997. Etude de l'effet du stress hydrique sur quelques processus physiologiques et de croissance de deux variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.)

Recherche Agronomique INRA, 1997-0-23-32.

# RESTAURATION DE L'HALOTOLERANCE DE *Rhizobium* EN PRESENCE D'EXTRAITS D'HALOPHYTES

LARGUET Akila et Mostefa GHOUL

Laboratoire de Microbiologie de l'Environnement, Département de Biologie,

Université Ferhat Abbas, Sétif.

## Résumé:

seize plantes halophytes appartenant aux genres: *Atriplex*, *Salicornia*, *Halocnemum*, *Salsola*, *Suaeda*, *Chenopodium*, *Oryzopsis*, *Parapholis*, *Aeluropus*, *Cressa*, *Limonium*, *Plantago*, *Frankenia*, *Spergularia*, *Polygonum* et *Aizoon* ont été récoltées dans les sebkhas de la région de Sétif. Ces plantes ont été analysées en vue de rechercher les composés - oniums (ammoniums quaternaires et sulfoniums tertiaires). La méthodologie mise au point pour la purification des composés -oniums fait appel à diverses techniques chromatographiques: CCM, Chromatographie échangeuse de cations et chromatographie sur papier. La RMN-<sup>1</sup>H et l'IR ont attesté de la pureté de telles molécules et ont permis leur identification. Il s'agit de la glycine bétaine chez les *Chenopodiaceae*, les *Gramineae* et *Cressa cretica* (*Convolvulaceae*), la β-alanine bétaine et probablement la choline-O-sulfate chez *Limonium delicatulum* (*Plumbaginaceae*).

Des extraits aqueux et hydroalcooliques d'halophytes testés sur des souches de *Rhizobium meliloti* et *R. sp. (Hedysarum)* ont restauré la croissance bactérienne en milieux à fortes salinités. Leur effet osmoprotecteur est évident et dépasse, en général, celui de la glycine bétaine. L'efficacité des extraits varie selon l'espèce végétale, la souche bactérienne et le type d'extrait.

**Mots clés:** Halophytes, *Rhizobium*, osmoprotection.

## **Introduction:**

Les plantes, les bactéries et de nombreux organismes vivants répondent au stress hyperosmotique du milieu extérieur par l'accumulation de molécules à faibles poids moléculaires dites solutés compatibles dont les osmoprotecteurs. Ceux-ci restaurent la croissance bactérienne à de fortes salinités du milieu. La teneur intracellulaire de ces solutés varie en fonction de l'osmolarité externe. Leur accumulation prévient la déshydratation du cytoplasme et permet à la cellule bactérienne de croître dans un milieu à osmolarité élevée (Flakenberg et Strøm, 1990). Les osmoprotecteurs sont très solubles dans l'eau et agissent à de très faibles doses (Le Rudulier et Bouillard, 1983). Ils sont supposés avoir trois fonctions cellulaires: la restauration de la pression de turgescence, la protection des enzymes à de faibles activités d'eau et la stabilisation des membranes (Kets et coll., 1996).

Ces osmolytes appartiennent à un nombre restreint de classes de substances: acides aminés (proline, ectoïne) (Jebbar et coll., 1992; Lucht et Bremer, 1994), ammoniums quaternaires (bétaines), sulfoniums tertiaires (diméthylsulfoniopropionate) et polyols (Rhodes et Hanson, 1993; Csonka et Epstein, 1996; Kets et coll., 1996).

Les effets physiologiques de l'hyperosmolarité et les réponses adoptées face stress osmotique sont d'une considérable similarité chez tous les organismes vivants (Csonka et Epstein, 1996). Les halophytes, plantes adaptées à la salinité, sont connues pour synthétiser et accumuler les mêmes classes de solutés compatibles en réponse à la salinité élevée de l'environnement (Rhodes et Hanson, 1993).

Dans le but d'améliorer l'halotolérance de *Rhizobium*, bactérie à intérêt économique certain vu sa capacité de fixer l'azote moléculaire en symbiose avec les légumineuses, l'effet osmoprotecteur éventuel d'extraits d'halophytes sur des souches de *Rhizobium* est étudié. Ces plantes sont au préalable analysées pour la présence de substances osmoprotectrices.

## **Matériel et méthodes:**

**Matériel végétal:** 16 espèces halophytes sont prélevées de différentes ceintures de végétation autour de 5 sebkhas de la région de Sétif. Ce sont: *Atriplex glauca*, *Salicornia*

*arabicum*, *Halocnemum strobilaceum*, *Salsola vermiculata*, *Suaeda mollis*, *Chenopodium* sp. (*Chenopodiaceae*), *Aeluropus littoralis*, *Parapholis incurva*, *Oryzopsis miliacea* (*Gramineae*), *Limonium delicatulum* (*Plumbaginaceae*), *Plantago coronopus* (*Plantaginaceae*), , *Frankenia leavis* (*Frankeniaceae*), *Spergularia marginata* (*Caryophyllaceae*), *Polygonum balansae* (*Polygonaceae*), *Cressa cretica* (*Convolvulaceae*) et *Aizoon hispanicum* (*Aizoaceae*) Les plantes, bien séchées et finement broyées ont servi à la purification de composés -oniums (amoniums quaternaires et sulfoniums tertiaires) et à l'étude de l'halotolérance bactérienne.

**Souches bactériennes:** Les souches de *Rhizobium meliloti* U45 et SU47, de *Rhizobium* sp (*Hedysarum*) CC1335 et CC1337 et de *Rhizobium meliloti* 102F34 ont été aimablement fournies par les professeurs J. Brockwell (CSIRO Plant Industry, Canberra, Australia) et T. Bernard (Laboratoire de Génétique et Physiologie Microbiennes, Université de Rennes I, France). Des souches locales de *Rhizobium meliloti* (6 souches) ont été isolées et identifiées par M<sup>lle</sup> N. Baha (Laboratoire de Biologie des Sols, USTHB d'Alger). Les souches sont conservées à 4°C sur le milieu MSY (mannitol-sels-extrait de levure) additionné de 15 g/l de gélose.

**Milieux de cultures:** L'halotolérance est étudiée en utilisant les milieux de culture suivants: le bouillon Mannitol-Sels-Extrait de levure (MSY) ( $K_2HPO_4$ : 0,5,  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ : 0,2, NaCl: 0,1,  $CaCO_3$ : 0,01, extrait de levure: 0,5 g/l) le milieu minéral minimum LAS (contenant 1 g/l de lactate et d'aspartate en plus des constituants minéraux de MSY), le milieu LAS additionné de glycine bétaine (GB) 1M, et le milieu LAS supplémenté d'extraits hydroalcooliques (50 mg du lyophilisat d'extraits hydroalcooliques/ml d'eau) aux  $1/100^{ème}$  et  $1/200^{ème}$ . Les extraits aqueux sont obtenus par autoclavage du milieu LAS contenant la poudre végétale (1g/50 ml). Le NaCl est ajouté (0.5-0.68-0.85-1.02-1.20 M) ou non aux différents milieux.

**Mise en évidence des composés –oniiums:** Les extraits sont préparés à partir de 10 g de plante dans 100 ml d'éthanol 70°. Après agitation et filtration, l'extrait est évaporé à sec, sous vide à 45°C puis récupéré dans 10 ml d'eau. Les composés –oniiums sont mis en évidence dans les extraits hydroalcooliques par chromatographie sur couche mince (CCM) (gel de silice, 0,2 mm) dans les système de développement: isopropanol-eau (3:1), méthanol-NH<sub>4</sub>OH (3:1) et chloroforme-méthanol-eau (6:3:1) et par électrophorèse en haute tension (40V/ cm) effectuée sur papier Whatman 3MM imprégné d'acide formique 0,75 N (pH 2). La révélation est réalisé au réactif de Dragendorff.

**Purification:** Les molécules Dragendorff-positives sont purifiées à partir des plantes accumulatrices. L'extrait (25 g de poudre végétale/250 ml d'éthanol 70°) évaporé à sec est repris dans 5 ml d'eau: 2 ml sont utilisés pour la purification des molécules osmoprotectrices, le volume restant (3 ml) est lyophilisé. Il servira à l'étude de l'halotolérance bactérienne.

L'extrait (2 ml) est repris dans du chloroforme, agité et laissé à décanter à 4°C. Le surnageant est ensuite passé en CCM [gel de silice (2 mm)/isopropanol-eau (3:1)].

La substance Dragendorff-positive est alors éluée dans l'eau (40 ml), ajustée à pH 6,5-7 et séparée sur une colonne (1,2 x16 cm) de résine échangeuse de cations (DOWEX 50W x 2, H<sup>+</sup>). Les molécules neutres et anioniques sont éliminées par lavage à l'eau et les cations élués par une solution de HCl 3N.

Une chromatographie descendante sur papier (phénol 80%-éthanol 95°) est ensuite effectuée sur les cations récupérés afin d'éliminer les acides aminés et le sel.

L'étape ultime de la purification consiste en l'élimination des acides aminés et des pigments résiduels par CCM dans le système solvant isopropanol-eau (3:1).

**Identification:** Les substances Dragendorff-positives purifiées sont identifiées par spectrométrie de résonance magnétique nucléaire du proton (RMN-<sup>1</sup>H) (Bruker DMX500), et spectroscopie d'infra-rouge (IR) (IR-FT 16PC).

**Etude de l'halotolérance bactérienne:** Les inocula sont préparés par ensemencement de 5 ml du milieu MSY à partir d'une culture fraîche. Après incubation à 30° sous agitation pendant 18 h, la suspension bactérienne est centrifugée à 3000 xg. Le culot est alors lavé trois fois par 5 ml d'eau physiologique puis repris finalement par 5 ml.

Les milieux de cultures répartis dans les puits des microplaques (200 µl) sont inoculés par 10 µl de la suspension bactérienne et incubés à 30°C pendant 5 ou 12 jours pour les souches de *Rhizobium meliloti* et *Rhizobium* sp. (*Hedysarum*)

La croissance bactérienne dans les différents puits est déterminée par appréciation visuelle du trouble. La concentration saline maximale ayant permis la croissance bactérienne est notée à chaque fois dans les différents milieux.

#### **Résultats et discussion:**

Les composés Dragendorff-positifs sont détectés chez les *Chenopodiaceae*, les *Gramineae*, *Limonium delicatulum* et *Cressa cretica*.

Les diverses étapes de la purification des composés -oniums à partir d'extraits végétaux complexes et spécifiquement riches en sel se sont avérées complémentaires; elles ont assuré efficacement l'élimination de la chlorophylle, des acides aminés et surtout du sel. Les spectroscopie de RMN-<sup>1</sup>H et l'IR attestent de l'extrême pureté des substances. Les spectres coïncident exactement avec ceux de la G.B pure commercialisée (Sigma).

La G.B est identifiée chez les *Chenopodiaceae*, les *Gramineae* et *Cressa cretica*. C'est une molécule répandue chez les plantes supérieures (Flowers et al., 1977) où elle spécifiquement liée à la salinité (Parameshwara et al., 1988). Elle constitue aussi une réponse aux stress hydrique et thermique (Rhodes et Hanson, 1993). La G.B est universellement rencontrée chez les *Chenopodiaceae* où elle demeure un caractère chimique consistant. Par contre, elle est très importante en taxonomie chez les *Gramineae* (Grieve et Maas, 1984).

Deux molécules Dragendorff-positives sont accumulées par *Limonium delicatulum*. Le spectre RMN-<sup>1</sup>H de la première substance présente 3 pics dont les déplacements chimiques  $\delta$  (ppm) correspondent à ceux de la  $\beta$ -alanine bétaine indiqués par Blunden et Gordon (1986) [ $(\text{CH}_3)_3\text{N}^+$ : 3,09,  $-\alpha\text{CH}_2-$ : 3,75,  $-\beta\text{CH}_2-$ : 2,85]. La seconde serait de la choline-O-sulfate. Selon Rhodes et Hanson (1993), l'accumulation de la  $\beta$ -alanine bétaine s'accompagne par celle de la choline-O-sulfate chez les espèces de *Limonium* où elles servent d'osmolytes en conditions salines.

La comparaison de la croissance des souches de *Rhizobium* en milieux salés (Fig. 1) fait ressortir que les souches de référence s'adaptent moins à la salinité. Leur halotolérance en milieu minimum ne dépasse pas 0,50 M et leur croissance n'est pas restaurée par addition de G.B (sauf pour la U45). En milieu riche (MSY), toutes les souches se développent à 0,50 M et peuvent tolérer jusqu'à 0,85 M NaCl. Les souches locales montrent une meilleure haloadaptation. La concentration saline maximale tolérée, déjà importante en milieu minimum (de 0,50 à 1,02 M), peut atteindre 1,20 M en présence de G.B ou en milieu MSY.

L'halotolérance en absence d'osmoprotecteurs exogènes (LAS) est assurée par l'accumulation de  $\text{K}^+$  (Le Rudulier et Bernard, 1986) et de solutés compatibles endogènes tels le glutamate (Botsford et Lewis, 1990), le tréhalose (Miller et Wood, 1996) et le N-acetylglutaminylglutamine (Smith et Smith, 1989). La G.B apporte une osmoprotection à la majorité des souches. Celles-ci ont par conséquent la capacité de la transporter et de l'accumuler. Toutefois, ce phénomène n'est pas ubiquitaire chez *Rhizobium*. Cette molécule est sans effet chez certaines souches de *R. meliloti* et chez *R. leguminosarum*, *R. fredii* et *R. japonicum* (Bernard et al., 1986). Ces bactéries sont incapables d'absorber la G.B (Le Rudulier et al., 1983). C'est le cas des *R. sp.* (*Hedysarum*) CC1335 et CC1337 et *R. meliloti* 102F34 testés quoique le pouvoir osmoprotecteur de la G.B ait été rapporté chez *R. sp.* (*Hedysarum*) et *R. meliloti* 102F34 (Bernard et coll., 1986). La souche 102F34, expérimentée

par nos soins, aurait-elle perdu la capacité de son accumulation par mutation? Les propriétés osmoprotectrices du milieu MSY sont certaines. Des osmoprotecteurs ont été détectés dans plusieurs milieux de culture complexes (Lucht et Bremer, 1994). Le milieu nutritif MSY constitue, par conséquent, une source d'osmoprotecteurs. L'apport énergétique que présente ce milieu favoriserait le transport et l'accumulation des molécules osmoprotectrices. Une synergie entre ces dernières serait possible. En outre, les éléments nutritifs du milieu riche pourrait stimuler la synthèse d'osmolytes compatibles endogènes. Par exemple, la proline, la glutamine et l'arginine stimulent la synthèse et l'accumulation du glutamate chez *R. meliloti* (Botsford et Lewis, 1990).

Les capacités osmoprotectrices des extraits d'halophytes sont très importantes et dépassent en général celles de la G.B et dans de nombreux cas celle du milieu riche. Les extraits d'halophytes stimulent l'halotolérance qui atteint 1,20 M chez toutes les souches locales de *R. meliloti*. Ils permettent la croissance des souches de référence à 0,85 M NaCl à l'exception de *R. meliloti* 102F34. Celle-ci ne tolère guère une salinité supérieure à 0,68 M. Les souches U45 et CC1337 s'adaptent mieux à la salinité en présence des extraits et peuvent croître à 1,20 M NaCl (Fig. 2).

En somme, les extraits hydroalcooliques et aqueux des 16 halophytes ont permis la croissance des souches de *Rhizobium* (11 souches) à une concentration saline de 1,02 à 1,20 M dans plus de 50% des cas. Cette osmoprotection semble très hétérogène, elle varie selon la souche bactérienne, l'espèce végétale et le type d'extrait. Les deux dilutions des extraits hydroalcooliques (aux 1/100<sup>ème</sup> et 1/200<sup>ème</sup>) ont apporté la même osmoprotection dans 67,6% des cas: à 1/200<sup>ème</sup> les teneurs en osmoprotecteurs sont déjà efficaces. En outre, aucune relation entre l'intensité de l'halotolérance bactérienne et l'accumulation de composés oniums chez le végétal n'a pu être dégagée.

Par conséquent, les halophytes constituent une source d'osmoprotection pour *Rhizobium*. La G.B a été, en effet, détectée chez les *Chenopodiaceae* et les *Gramineae* testés ainsi que chez *Cressa cretica*. La  $\beta$ -alaninebétaine et probablement la choline-O-sulfate sont accumulées par *Limonium delicatulum*. Ces molécules sont connues pour leur pouvoir osmoprotecteur chez les bactéries (Rhodes et Hanson, 1993) dont *Rhizobium* (Bernard et al., 1986). Certaines espèces végétales n'accumulent naturellement pas de composés -oniums permettent, toutefois, une haloadaptation plus importante que celle manifestée en présence de G.B ou en milieu riche. En outre, les extraits sont riches en acides aminés et éventuellement en autres éléments nutritifs qui favoriseraient la croissance bactérienne et stimuleraient la synthèse d'osmolytes compatibles endogènes comme ils pourraient constituer l'apport énergétique nécessaire au transport des molécules osmoprotectrices à partir du milieu.

L'effet inhibiteur sur la croissance bactérienne peut se présenter. Il est spécifique vis-à-vis des souches et peut être véhiculé par l'extrait aqueux et/ou hydroalcoolique. Des alcaloïdes cytotoxiques (Wu et al., 1997) ainsi que les tanins (polyphénols) connus pour leur pouvoir de précipiter les protéines (Zhu et al., 1997) ont été décrits chez les plantes.

#### **Conclusion:**

La méthodologie de purification des composés -oniums consistant en des techniques chromatographiques: chromatographie sur couche mince (gel de silice), sur papier et sur de colonne de résines a permis d'obtenir des substances d'un haut degré de pureté et de les identifier par spectroscopies de RMN- $H^1$  et IR. La glycine bétaine est omniprésente chez les espèces halophytes analysées.

Les halophytes constituent une source d'osmoprotection pour *Rhizobium*. L'halotolérance bactérienne en présence d'extraits d'halophytes est remarquable (jusqu'à 1,20 M) Ces résultats méritent d'être exploités en agriculture pour l'accroissement de l'halotolérance de ces bactéries dans les sols où la salinité constitue un facteur limitant de la microflore tellurique

#### **Références bibliographiques:**

- **Bernard, T., J.-A. Pocard, B. Perroud et D. Le Rudulier.** 1986. Variation in the response of salt stressed *Rhizobium* strains to betaines. *Arch. Microbiol.* **143**: 359-364.
- **Blunden, G. et S. M. Gordon.** 1986. Betaines and their sulfonio analogues in marine algae. *Prog. Physiol. Res.* **4**: 39-80.
- **Bohnert, H. J., J. C. Thomas, E. J. De Rocher, C. B. Michalowski, H. Breiteneder, D. M. Vernon, W. Deng, S. Yamada et R. G. Jensen.** 1994. Responses to salt stress in the halophyte *Mesembryanthemum cristallinum*, p. 415-428. *In* J. H. Cherry (ed.), *Biochemical and cellular mechanisms of stress tolerance in plants*, NATO ASI Series, Vol. H86. Springer-Verlag, Berlin, Hedelberg.
- **Botsford, J. L. et T. A. Lewis.** 1990. Osmoregulation in *Rhizobium meliloti*: production of glutamic acid in response of osmotic stress. *Appl. Environ. Microbiol.* **56**: 488-494.
- **Csonka, L. N. et W. Epstein.** 1996. Osmoregulation, p. 1210-1223. *In* F. C. Neidhardt, J. L. Ingraham, E. C. C. Lin, K. B. Low, B. Magsanik, W S. Reznikoff, M. Riley, M. Schaechter and H. E. Umbarger (ed.), *Escherichia coli* and *Salmonella typhimurium*: cellular and molecular biology, 2nd ed. American Society for Microbiology, Washington D.C.
- **Falkenberg, P. et A. Strøm.** 1990. Purification and characterization of osmoregulatory betaine aldehyde dehydrogenase of *Escherichia coli*. *Biochim. Biophys. Acta* **1034**: 253-259.
- **Flowers, T. J., P. F. Troke et A. R. Yeo.** 1977. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Ann. Rev. plant Physiol.* **28**: 89-121.
- **Grieve, C. M. et E. V. Maas.** 1984. Betaine accumulation in salt-stressed sorghum. *Physiol. Plant* **61**: 167-171.
- **Herbst, B., S. Kneip et E. Bremer.** 1994. pOSEX: vectors of osmotically controlled and finely turned gene expression in *Escherichia coli*. *Gene* **151**: 137-142.

- **Kets, E. P. W., E. A. Galinski, M. Dewit, J. A. M. De Bont et H. J. Heipieper.** 1996. Mannitol, a novel bacterial compatible solute in *Pseudomonas putida* S12. *J. Bacteriol.* **178**: 6665-6670.
- **Le Rudulier, D.** 1993. Elucidation of the role of osmoprotective compounds and osmoregulatory genes: the key role of bacteria, p. 313-322. *In* H. Lieth and A. Al Masoom (ed.), *Towards the rational use of high salinity tolerant plants*, Vol. 1, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- **Le Rudulier, D. et T. Bernard.** 1986. Salt tolerance in *Rhizobium*: a possible role for betaines. *FEMS Microbiol. Rev.* **39**: 67-72.
- **Le Rudulier, D., T. Bernard, J.-A. Pocard et G. Goas.** 1983. Accroissement de l'osmotolérance chez *Rhizobium meliloti* par la glycine betaine et la proline betaine. *C. R. Acad. sci. Paris* **297**: 155-160.
- **Le Rudulier, D. et L. Bouillard.** 1983. Glycine betaine, an osmotic effector in *Klebsiella pneumoniae* and other members of the *Enterobacteriaceae*. *Appl. Environ. Microbiol.* **46**: 152-159.
- **Lucht, J. M. et E. Bremer.** 1994. Adaptation of *Escherichia coli* to high osmolarity environments: osmoregulation of the high-affinity glycine betaine transport system ProU. *FEMS Microbiol. Rev.* **14**: 3-20.
- **Miller, K. J. et J. M. Wood.** 1996. Osmoadaptation by rhizosphere bacteria. *Ann. Rev. Microbiol.* **50**: 101-136.
- **Parameshwara, G., L. G. Paleg, D. Aspinall et G. P. Jones.** 1988. Solute accumulation in alfalfa in response to environmental stress, p. 1014-1021. *In* S. K. Sinha, P. V. Sane, S. C. Bhargava and P. K. Agrawal (ed.), *Proceedings of the International Congress of Plant Physiology*, Vol. 2. New Delhi, India.

# CARACTERISATION GENETIQUE DES RACES OVINES ALGERIENNES

GAOUAR S<sup>1</sup>; DERRAR A<sup>1</sup>; TABET AOUEL N<sup>1</sup>; AOUISSAT M<sup>2</sup>; DHIMI L<sup>3</sup> ; SAIDI-MEHTAR N<sup>1</sup>

1- Laboratoire de Biologie Moléculaire et Génétique USTO Oran, Algérie.

2- ITELVE de Aïn El-Hadjar Saïda, Algérie.

3- ITELVE de Aïn M'Lila Constantine, Algérie.

## INTRODUCTION

Le but de notre travail de recherche au laboratoire de Biologie Moléculaire et Génétique à Oran est la caractérisation génétique des races ovines algériennes: Hamra, Ouled Djellal, Rembi, D'men. (1).

Ce travail s'inscrit dans un cadre de recherche scientifique appliquée qui vise à valoriser et améliorer notre cheptel ovin. Les résultats obtenus peuvent être éventuellement appliqués chez les autres animaux d'élevage notamment les bovins et caprins.

Ce travail a pour objectif d'identifier génétiquement nos races ovines, ce qui nous permettra d'une part, de mieux les préserver d'une érosion génétique probable et d'autre part, de suivre l'évolution génétique des caractères d'intérêt zootechnique.

Cette étude est réalisée actuellement en collaboration avec l'I T E L V E de Aïn El-Hadjar (Saïda) et l'I T E L V E de Aïn M'lila (Constantine) pour respectivement la race Hamra et la race Ouled Djellal; elle nous a permis de faire une collecte de sang d'animaux non apparentés. Par ailleurs l'obtention de petites familles (parents et 1 à 3 descendants) contribuera à l'étude de la ségrégation mendélienne des marqueurs polymorphes.

Notre étude, basée sur la recherche de marqueurs polymorphes au niveau de l'ADN extraits à partir des sangs prélevés sera réalisée par des techniques de Biologie Moléculaire telle que la PCR (Polymorphism Chain Reaction) et portera dans un premier temps sur l'étude de marqueurs de type microsatellites.

La mise en évidence de tels polymorphismes génétiques particuliers à ces races ovines permettra de mieux apprécier leur originalité et d'en assurer éventuellement la préservation.

En outre, la variabilité de chaque race est un paramètre important à prendre en considération dans l'éventualité d'une sélection (2)..

## MATERIEL ET METHODES

Notre choix s'est porté dans un premier temps sur la race Ouled Djellal qui est la principale race algérienne pour la production de viande et sur la race Hamra qui est actuellement en voie de disparition malgré les nombreuses qualités qu'elle possède.

Races	Mensurations	Béliers	Brebis
Ouled Djellal	Poids	82 Kg	57 Kg
	Hauteur	0,82 cm	0,74 cm
Hamra	Poids	71 Kg	40 Kg
	Hauteur	0,76 cm	0,67 cm

Caractéristiques des races Ouled Djellal et Hamra (Chellig, 1992)

Afin de réaliser cette étude, 10 à 20ml de sangs par animal sont prélevés sur un anticoagulant, le citrate de sodium trisodique à 3,8% (1/10 du volume sanguin).

L'extraction et la purification de l'ADN à partir de ces prélèvements est réalisée par la technique NaCl. Les ADN purifiés et dilués à 25ng/μl seront amplifiés par la technique PCR (Polymerase chain reaction) qui nécessite des amorces spécifiques encadrant, soit des régions microsatellites, soit des gènes de structure. Ces ADN amplifiés, seront étudiés soit par électrophorèse sur gel d'acrylamide suivie d'une coloration au nitrate d'argent pour la recherche de polymorphisme de type microsatellites, soit seront digérés par des enzymes de restriction et soumis à une électrophorèse sur gel d'agarose pour la recherche de polymorphisme de restriction ou RFLP (Restriction-Fragment-Length-Polymorphism).

## TRAVAUX REALISES

Actuellement, notre travail porte sur l'étude du polymorphisme génétique des deux races Hamra et Ouled Djellal.

### Prélèvements:

Notre collaboration avec les équipes de l'I.T.E.L.V.E de Ain El Hadjar (Saïda) et de l'I.T.E.L.V.E. de Ain M'lila (Constantine) nous a permis de faire une collecte de sangs provenant de :

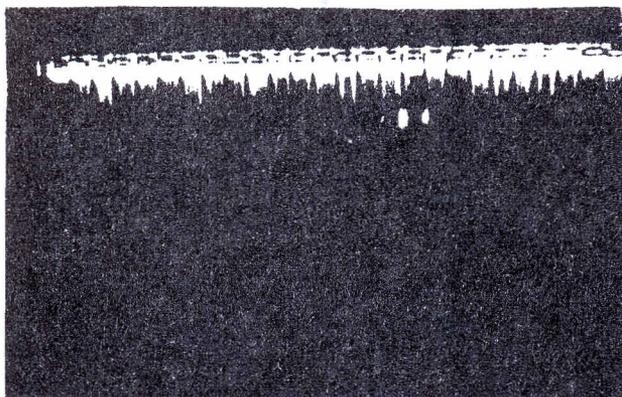
- 35 animaux non apparentés de la race Hamra (Saïda) ainsi que 27 animaux appartenant à des familles (parents et 1 descendant),
- 69 animaux non apparentés de la race Ouled Djellal (Constantine) ainsi que 35 animaux appartenant à des familles (parents et 1 à 3 descendants).

En ce qui concerne les animaux apparentés, ils nous a été possible d'établir les arbres généalogiques de ces familles (13 pour la race Hamra et 16 pour la race Ouled Djellal). Les ADN de ces familles seront utilisés pour l'étude de la ségrégation mendélienne des marqueurs polymorphes.

### Extraction de l'ADN:

Apartir de ces prélèvements, nous avons réalisé :

- l'extraction et la purification d'ADN à partir de sang total de 50 moutons de la race Hamra et 90 moutons de la race Ouled Djellal par la technique au NaCl,
- le dosage de ces ADN par spectrophotométrie U.V à 260nm et 280nm. Au total 115 ADN sur 139 ont été dosés. La concentration des ADN pour la race Hamra varie de 0,19 à 2,53 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$  et celle de la race Ouled djellal varie de 0,19 à 5,57 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ .
- le test de qualité de ces ADN par électrophorèse sur gel d'agarose a été achevé pour la race Hamra et est en cours de réalisation en ce qui concerne la race Ouled Djellal.



Test de qualité des ADN Hamra

## PERSPECTIVES ET APPLICATIONS

Ces ADN seront utilisés pour l'étude de la caractérisation génétique de ces races en particulier :

- la recherche de polymorphisme de marqueurs de types microsatellites par PCR (Polymerase Chain Reaction) suivie de la coloration au nitrate d'argent (électrophorèse sur gel d'acrylamide).

- la recherche de polymorphisme de restriction par PCR suivie de la digestion par des enzymes de restriction (électrophorèse sur gel d'agarose).

Par la suite,

- pour les systèmes qui se sont révélés polymorphiques dans nos échantillons d'ADN, nous réaliserons, afin d'authentifier ces polymorphismes, l'étude de la ségrégation mendélienne de ces marqueurs polymorphes. Cette étude sera réalisée sur un certain nombre de familles appartenant aux deux races Hamra et Ouled-Djellal.

- L'analyse de l'ensemble des résultats obtenus sur ces deux races nous permettra de définir la variabilité génétique (nombre d'allèles et leurs fréquences) et d'effectuer la comparaison de cette variabilité chez ces 2 races.

Ces résultats, confirmés sur des échantillons d'ADN plus importants (environ une centaine de moutons non apparentés) pourront être utilisés à moyen terme pour une éventuelle sélection au sein de ces races. Par ailleurs, nous envisageons la comparaison de nos résultats avec ceux obtenus chez les autres races ovines, en particulier des races européennes, telles que les races espagnoles (2) et françaises.

## RESUME

Le but de notre travail de recherche au laboratoire de Biologie Moléculaire et Génétique à Oran est la caractérisation génétique des races ovines algériennes : Hamra, Ouled Djellal, Rembi, D'men.

Ce travail s'inscrit dans un cadre de recherche scientifique appliquée qui vise à valoriser et améliorer notre cheptel ovin. Les résultats obtenus peuvent être éventuellement appliqués chez les autres animaux d'élevage notamment les bovins et caprins.

Ce travail a pour objectif d'identifier génétiquement nos races ovines, ce qui nous permettra d'une part, de mieux les préserver d'une érosion génétique probable et d'autre part, de suivre l'évolution génétique des caractères d'intérêt zootechnique.

Actuellement, une collaboration scientifique avec l'I.T.E.L.V.E. de Aïn El-Hadjjar (Saïda) et l'I.T.E.L.V.E de Aïn M'lila (Constantine) nous a permis de faire une collecte de sang d'animaux non apparentés, appartenant respectivement à la race Hamra et la race Ouled Djellal. Par ailleurs l'obtention de petites familles (parents et 1 à 3 descendants) contribuera à l'étude de la ségrégation mendélienne des marqueurs polymorphes.

Notre étude, basée sur la recherche de marqueurs polymorphes au niveau de l'ADN extrait à partir des sangs prélevés sera réalisée par des techniques de Biologie Moléculaire telle que la PCR (Polymerase Chain Reaction) et portera dans un premier temps sur l'étude de marqueurs de type microsatellites.

La mise en évidence de tels polymorphismes génétiques particuliers à ces races ovines permettra de mieux apprécier leur originalité et d'en assurer éventuellement la préservation.

En outre, la variabilité de chaque race est un paramètre important à prendre en considération dans l'éventualité d'une sélection.

## تلخيص

الهدف من هذه الدراسة العلمية في مخبر البيولوجية الجزئية و الوراثة بوهران و هو التشخيص الوراثي لسلاسل الضان الجزائرية : الحمراء ، اولاد جلال ، الرمبي ، الدمان .

هذه الدراسة تدخل تحت إطار بحث علمي تطبيقي الذي يهدف إلى تقييم و تحسين قطعانا من الضان. النتائج المحصل عليها يقدر استعمالها احتمالا عند الحيوانات الأخرى مثل الأبقار و الماعز .

هذه الدراسة هدفة التعرف الوراثي لسلاسلنا من الضان ، و هذا يسمح لنا من جهة ، أن نحافظ عليها أحسن من انجراف وراثي محقق و من جهة أخرى ، يسمح لنا بمتابعة التطور الوراثي لصفات ذات أهمية في ميدان تربية المواشي .

حاليا ، تعاون علمي مع I.T.E.L.V.E. عين الحجر (سعيدة) و I.T.E.L.V.E. عين مليلة (قسطنطينة) سمح لنا بالحصول على عينات من دم حيوانات متباعدة النسب ، تنتمي على الترتيب إلى سلالة الحمراء و سلالة اولاد جلال . بالمقابل الحصول على عائلات صغيرة (الأباء و 1 إلى 3 أبناء) يساهم في دراسة الانتقال المنديلي (ségrégation mendélienne) للصفات المتعددة الأشكال (marqueur polymorphe) .

دراستنا ، تعتمد على البحث عن هذه الصفات المتعددة الأشكال على مستوى الحمض الريبي النووي المنقوص الأوكسجين (A.D.N.) المستخلص من العينات النموية المحصل عليها سابقا . هذه الدراسة على مستوى A.D.N. تكون عن طريق تقنيات في البيولوجيا الجزئية مثل P.C.R. (polymerase chain reaction) التي تسمح لنا في أول وهلة من دراسة صفات من نوع ميكرو ساتلية (micro-satellite) .

الحصول على هذه الصفات الوراثية المتعددة الأشكال و التي نأمل أن تكون نوعا ما خاصة بهذه السلالات من الضان ، تسمح لنا بتقدير أحسن و محافظة محتملة على هذه السلالات .

و نعلم أن التنوع الوراثي لكل سلالة هو نقطة مهمة يجب أخذها بعين الاعتبار في حالة التنقية (sélection) .

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- Chellig R. Les races ovines algériennes. Office des Publications Universitaires, Alger, (1992).
- 2- Bonnes G. Et all. Amélioration génétique des animaux d'élevage. Ed. Foucher, Paris, (1991).
- 3- Arranz JJ. , Baryon Y., San Primitivo F. Genetic. Animal Genetics. 29 : 435-440, 1998.

## **Evolution comparée du bétail et des superficies impliquées dans la production fourragère dans les zones arides et semi-arides algériennes**

*Dr. Houmani Mohamed  
Institut d'Agronomie, Université de Blida, Algérie*

**Fax : (03) 43 11 64 - (03) 43 39 38**

### **Résumé :**

La désertification due à la sécheresse, à l'érosion éolienne et parfois hydrique, elle-même due à l'arrachage des plantes spontanées (bois de chauffe), à l'installation d'une céréaliculture opportuniste (importante salinité des sols) et d'une arboriculture riche, entraîne depuis plusieurs années une régression de la pratique de l'élevage. Cette régression de l'élevage est contraire à un développement de l'agriculture et une intensification des productions agricoles. Ce développement de l'agriculture sur des terres traditionnellement à vocation pastorale a entraîné des difficultés dans l'alimentation du bétail poussant les éleveurs à la pratique d'un élevage hors sol ; ces difficultés touche dangereusement les espèces cameline, chevaline et asinienne. Les autres espèces (ovine, caprine et bovine) ont tendance à augmenter légèrement leur effectif respectif. D'importantes questions se posent alors : Peut-on négliger l'élevage dans les zones traditionnellement pastorales où le sol est plutôt léger et pauvre en matière organique ? Peut-on développer l'élevage lorsqu'on sait que les spéculations végétales nouvellement introduites exigent un sol de qualité sur lequel poussent précisément les meilleures espèces fourragères spontanées ? La mise en place d'une recherche régionale tenant donc compte des caractéristiques spécifiques de chacune des régions définies en termes " bioclimatique et socio-économique" est nécessaire pour un développement harmonieux et durable.

**Mots-clés :** évolutions, bétail, alimentation, productions végétales, superficies fourragères, développement

**Abstract :** Compared evolution livestock and land involved in foraging production in algerian semi-arid zone and arid zone : The livestock regressing is in the opposite to the agricultural development and intensification of agricultural production. This agricultural development on the traditional pastoral land which was originally for pastoral has led to some difficulties in the feeding of animals, the farmers were forced to feed their animals from outside their farm. These difficulties have a dangerous effect on species such as dromedary, goat-like, horses and asinine. The other species (cattle, sheep) have a tendency to increase slightly. Many questions have been raised : can we neglect the livestock in the traditional where the soil is light and poor in organic matter ? can we develop this livestock with the vegetal speculation newly introduced must have a soil with a good quality where are grown there spontaneous forage species.

**Key words:** Evolution, livestock, feeding, vegetal production, forage areas, development.

## INTRODUCTION

L'élevage des herbivores a pour but la transformation des végétaux (fourrages verts et fourrages secs) en produits animaux (lait et viande). L'élevage constitue également un élément d'équilibre écologique; il est le mieux à pouvoir valoriser les grandes étendues steppiques et désertiques.

La production fourragère ou la disponibilité des fourrages constitue donc la base du développement de l'élevage productif et rentable. Dans les zones sèches algériennes, l'essentiel des fourrages est fourni par les pacages et parcours (Houmani, 1999). Or depuis une quarantaine d'années, la production de la phytomasse des pacages et parcours régresse suite à la sécheresse, à la pratique d'une céréaliculture opportuniste (destruction d'espèces végétales spontanées par le labour) et au surpâturage (Lehouerou, 1995).

Les retombées liées à l'insuffisance fourragère sont-elles ressenties avec une même acuité par les différentes espèces animales élevées dans les zones arides et semi-arides et qu'elles en seraient les conséquences sur le développement de l'activité pastorale ?

L'objet de cet exposé est de rapporter quelques éléments de réflexion susceptibles de contribuer à une meilleure connaissance de l'activité pastorale actuelle et de l'agriculture dans les zones arides et semi-arides algériennes.

## METHODOLOGIE

Les données statistiques traitées sont empruntées aux Statistiques Agricoles (MARA, 1974 à 1998).

Les zones arides et semi-arides sont définies par leur pluviométrie annuelle moyenne inférieure respectivement à 200 et à 400 mm.

Pour évaluer la production fourragère dans ces zones, nous avons affecté des valeurs en UFL (Unités fourragères lait converties à partir des Unités Fourragères Leroy) aux différents fourrages cultivés ou poussant spontanément dans ces zones (Kerbaa, 1980; Moskal, 1983; Houmani, 1997).

Les besoins nutritifs du bétail ont été exprimés également en UFL à partir de l'expression des effectifs animaux en Unités Gros Bétail (UGB), soit 01 UGB correspond à 2930 UFL par an.

## RESULTATS ET INTERPRETATION

### Evolution des superficies impliquées dans la production de fourrages

Ces superficies ont augmenté de 4% entre 1974 et 1989 et diminué de 7% entre 1989 et 1998 (tableau 1).

L'augmentation de ces superficies entre 1974 et 1989 serait due à :

- l'extension de la céréaliculture (orge et avoine) dont la superficie emblavée a été multipliée par 2.3 de 1978 à 1980 (Houmani, 1997),
- la multiplication de la superficie de la jachère par 2 entre 1978 et 1984 (pratique de la rotation céréales - jachère) (Houmani, 1997),

- l'augmentation moyenne des cultures fourragères de près de 27 000 ha par an à partir de 1978 (Houmani, 1997).

La diminution de ces superficies entre 1989 et 1998 serait due à :

- la dégradation des parcours avec 57 000 ha par an selon Houmani (1997) et avec plus de 200 000 ha par an selon la Direction du Génie-rural de Tiaret (1993),
- l'extension de la pratique des cultures maraîchères dont la superficie a été augmentée de 17% entre 1989 et 1996, soit 12 000 hectares (Houmani, 1997),
- l'augmentation des superficies arboricoles de 15 000 hectares entre 1989 et 1996, soit 110 000 et 125 000 ha (Houmani, 1997).

Les cultures maraîchères et arboricoles fruitières sont exigeantes en sol et en eau. Elles convoitent par conséquent, les meilleures terres pastorales. Ces cultures dans des zones à vocation pastorale, pousseront à la conversion des éleveurs en agro - éleveurs dans un premier temps et en agriculteurs dans un deuxième temps; ce qui constitue un danger pour la pratique de l'élevage. Ce danger peut être aggravé par l'arrivée des investisseurs dans la pratique du maraîchage et de l'arboriculture fruitière comme cela se passe avec la céréaliculture sous pivots. Cette situation entraîne déjà, une lutte pour l'occupation des terres fertiles dotées de points d'eau entre les éleveurs et les nouveaux agriculteurs. Dans ce cas, les éleveurs sont les plus vulnérables. A cet effet, il serait nécessaire de faire une véritable évaluation technique des différentes opérations d'implantation de l'arboriculture fruitière dans les zones traditionnellement à vocation pastorale.

Il serait donc d'ores et déjà urgent d'identifier

- les terres à maintenir dans leur vocation pastorale,
- des terres à restaurer pour renforcer la vocation pastorale,
- les terres susceptibles d'être affectées pour le développement d'une agriculture appropriée aux zones fragiles,

La mise en place d'une recherche régionale en sciences agronomiques se révélerait nécessaire voire, indispensable en raison des caractéristiques socio-économiques spécifiques des régions.

### **Evolution de la production fourragère**

La diminution des superficies impliquées dans la production fourragère a eu pour conséquence directe la baisse de la production fourragère évaluée à 32% entre 1974 et 1998 (tableau 1).

D'autres facteurs concourent à cette importante chute de la production fourragère dans ces zones, entre autres :

- la productivité des parcours est passée de 155 à 126 UFL/ha/an entre 1978 et 1996 (Houmani, 1997),
- la production de la phytomasse a chuté de 1500 à 300 kg MS/ha/an entre 1960 et 1992 (Aïdoud, 1993),

- l'échec de presque toutes les entreprises menées par les pouvoirs publics pour réhabiliter l'espace pastoral des zones arides et semi-arides (coopératives pastorales de la révolution agraire, barrage vert, barrage fruitier, mise en valeur des terres de parcours...). Le barrage vert à base de pins d'Alep (absence de plantes herbacées en sous-bois) a été implanté sur des terres pastorales.

Une attention particulière devrait être accordée aux arbustes fourragers dans les opérations de restauration ou de mise en valeur des zones arides et semi-arides. Selon Lehouerou, (1995), il est possible d'améliorer des zones très dégradées et constituer des réserves sur pieds en prévision de disettes, en cultivant des arbustes tels que les Atriplex, les Accacia australiens et le Cactus inerme. Selon le même auteur, ces arbustes sont capables de s'adapter au dessous de l'isohyète 200 mm et, chaque hectare de ces types de plantation produit 2 à 3 fois de fourrage qu'un hectare de parcours.

Tableau 1: Evolution des superficies impliquées dans la production fourragère, de la production fourragère, des besoins nutritifs du bétail et du taux de couverture des besoins.

Unités : (Superficie en milliers d'ha ; Production de fourrages et besoins nutritifs en millions d'UFL ; Taux de couverture en %)

	1974	1978	1984	1987	1989	1998	Observations en (%)		
							Augmentation	Diminution	
Superficies	30 566	30 574	30 642	31 082	31 868	29 565	4 (74-89)	7 (89-98)	
Production de fourrages	5 081 000	4 448 000	4 076 000	4 520 000	4 164 000	3 469 000		32 (74-98)	
Besoins nutritifs	296 6000	6 377 000	8 580 000	8 576 000	8 457 000	9 701 000	227 (74-98)		
Taux de couverture	<u>171</u>	<u>70</u>	<u>47</u>	<u>53</u>	<u>49</u>	<u>36</u>	71 (74)	30 à 64 (78 à 98)	
Excédent		Déficit critique pour un élevage mené en conduite extensive devant tiré ses besoins alimentaire directement des pacages et parcours ...						(rapport besoins / production)	

### **Evolution des effectifs animaux et de la couverture des besoins nutritifs**

Les effectifs bovins et ovins ont augmenté respectivement de 175 et 29 % entre 1974 et 1998. L'effectif caprin a connu une augmentation de 178 % entre 1974 et 1989 puis une diminution de 22 % entre 1989 et 1998. Les effectifs chevalin, camelin, mulassier et asinien ont chuté de façon continue de 1974 à 1998, soit respectivement de 18, 21, 50 et 17 % (tableau 2).

Un effort particulier et soutenu semble avoir été fait en direction des élevages bovin et ovin en raison vraisemblablement de leur caractère rentable.

Les élevages caprin à partir de 1989, camelin, mulassier et asinien à partir de 1974 ont été les plus touchés par la diminution des disponibilités fourragères (tableau 2).

La couverture des besoins nutritifs du bétail par la production fourragère locale a été assurée à 171% en 1974 (excédent de 71%) puis elle n'a pas cessé de chuter pour atteindre 36% en 1998 (déficit de 64%) (cf. tableau 1).

Un tel élevage est économiquement impossible. Comment donc les éleveurs comblent-ils ce considérable déficit fourrager ? Deux explications sont plausibles :

- le transfert des aliments grossiers des zones humides vers les zones sèches où la spéculation est favorisée par une demande sans cesse croissante,

- l'introduction des aliments concentrés subventionnés à des taux de 40% par les pouvoirs publics. La levée des subventions publiques à partir de 1989, a "frappé" surtout les espèces chevaline (- 8%), cameline (- 6.5%), mulassière (-39%) et asinienne (-10%). D'autres facteurs liés à ses chutes d'effectifs pourraient s'ajouter (maladies, difficultés de conduite de la reproduction de certaines espèces). Ces difficultés alimentaires ne semblent pas avoir touché les espèces bovine et ovine en raison d'une conduite en hors - sol pratiquement à 64%.

L'élevage est le mieux à pouvoir valoriser les grandes étendues steppiques et désertiques. Le maintien d'une activité pastorale rentable passe obligatoirement par un développement de l'offre fourragère des pacages et parcours, sur la double plan de la qualité et de la quantité. Un tel élevage peut constituer un élément d'appui au développement d'une agriculture adaptée aux zones fragiles en permettant la pratique éventuelle des assolements et des rotations, les plus appropriés.

Tableau 2 : Evolution de l'effectif des espèces animales

Espèces	1974	1984	1987	1989	1998	Unité : Milliers de têtes	
						Augmentation	Diminution
Bovine	142	393	341	336	391	175 (74-98)	
Ovine	3 652	11 619	10 711	12 323	14 292	29 (74-98)	22 (89-98)
Caprine	734	1 830	1 779	2 046	1 589	178 (74-89)	18 (74-98)
Chevalline	56	54	48	50	46		21 (74-98)
Cameline	144	128	134	122	114		50 (74-98)
Mulassière	38	41	34	31	19		17 (74-98)
Asine	139	125	138	128	115		

## CONCLUSION

La diminution des superficies impliquées dans la production de fourrages dans les zones sèches est évaluée à 84 000 ha par an et à plus de 280 000 ha par d'autres sources.

Cette diminution des superficies a eu pour conséquence directe, la baisse de l'offre fourragère laquelle s'est répercutée négativement sur les élevages chevalin, caprin, camelin, mulassier et asinien. Les élevages bovin et ovin ont vu leur effectif respectif augmenté malgré une chute du taux de couverture des besoins nutritifs par la production fourragère locale de 171 à 36% entre 1974 et 1998. C'est dire que les disponibilités fourragères existantes sont destinées essentiellement à ces dernières espèces (bovine et ovine) parce qu'elles seraient économiquement plus rentables.

Mais cette situation de l'élevage ne pouvait être rentable sans le transfert des aliments grossiers des zones humides vers les zones sèches. Ce transfert encouragé par une grande spéculation sur les aliments dans les zones sèches se répercute également négativement, sur l'élevage dans les zones humides.

Que faut-il faire donc ? La nécessité d'organiser la profession pastorale s'impose afin qu'elle participe de façon active à l'instar des autres centres d'études et de recherches, à :

- la restauration des terres de parcours dégradés par l'introduction d'espèces arbustives variées et complémentaires du point de vue nutritionnel,
- l'identification des terres susceptibles d'être affectées pour le développement d'une agriculture adaptée aux zones fragiles,
- la mise en place d'une recherche régionale qui tient compte des caractères spécifiques de chacune des régions arides et semi-arides en termes de " bioclimatique " et " socio-économique ",
- la mise en place de réseaux de vulgarisation (profession pastorale, centres d'études et de recherches, centres de formation) pour la diffusion de l'innovation et pour l'appui technique en direction du terrain.

## Références

- Aïdoud A., 1993- Pâturages et désertification des steppes arides en Algérie : cas de la steppe d'Alfa (*Stipa tenacissima* L.) CR. Colloque sur la désertification dans le bassin méditerranéen, Almaria, Espagne.
- Direction du Génie-rural de Tiaret, 1933- Programme de développement de Oued Touil. 1<sup>ère</sup> Tranche. Journée d'étude sur Oued Touil, Ksar Chellala, 15/16 juin.
- Houmani M., 1997- Utilisation des terres, production fourragère, évolution du cheptel dans les zones arides algériennes, Séminaire National sur la Développement des zones arides et semi-arides, Djelfa, 17 et 17 Mai .
- Kerbaa F., 1980- la valeur alimentaire des fourrages (Tables) IDEB Baba Ali, Alger.
- Le Houerou HN., 1995- Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. Sciences et changements planétaires. Vol. 6, 167-182.
- Moskal S., 1983- Essai d'évaluation du bilan fourrager en Algérie du Nord. INA. Alger. 25p.
- Statistiques Agricoles – superficies et productions- série B. pour les années 74, 84, 87, 89, 98. Publications du Ministère de l'agriculture et de la pêche, Alger

**ATELIER  
HYDRAULIQUE**

**SEMINAIRE NATIONAL**  
**SUR L'AGRONOMIE ET L'HYDRAULIQUE EN ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES.**

Le 8-9-10 novembre 1999.

Communication orale sous le thème : Valorisation des espèces.

Titre : ' VALORISATION DE L'EAU ET OPTIMISATION DU RENDEMENT  
DU BLE DUR (*Triticum durum* Desf.).  
UNE APPROCHE SIMPLE POUR LA RATIONALITE DE L'IRRIGATION'.

Présentée par

**Benchohra BENSEDDIK :**

Institut des Sciences de la Nature, Laboratoire de Gestion des Ecosystèmes ,

Université Djillali Liabés / C.R.S.T.R.A.

Tel /fax 07 56 66 11

Mail : benseddik@mailcity.com

23, Rue khemliche Sebbar Sidi-bel-Abbés 22000 Algérie.

Résumé :

Le rendement biologique et le rendement en grain constituent des facteurs intégrateurs permettant d'estimer l'efficience du 'mm' d'eau apporté sans passer par toutes les composantes morphophysiologiques et phénotypiques explicatives.

L'accroissement de la masse végétale ne se traduit pas forcément en production de grains. L'efficience de l'eau dépend plutôt de l'efficacité du génotype dans l'accumulation et la remobilisation des assimilats vers le grain et non pas dans la traduction des apports d'eau en biomasse.

Les résultats d'essais en plein champ, indiquent qu'en terme de biomasse totale synthétisée, les cultivars valorisent différemment les apports d'eau. Mais en termes de rendement grain qui renseigne sur l'efficience de la matière sèche dans la translocation des assimilats et dont l'indice de récolte est un bon indicateur, les variétés locales semblent peu efficaces.

Une variabilité importante existe pour le rendement en grain, avec de correspondances entre accroissement de M.S et accroissement en grain, CHEN'S' qui présentait le plus bas gain en biomasse totale (11%) est passé à 343% en production de grain, ce qui dénote son efficacité dans la remobilisation des glucides de réserve comparativement aux variétés locales qui accusent dans le meilleure des cas un accroissement de 94 % en masse végétale et seulement 177% en grain.

L'efficience de l'eau transpirée, exprimée par le rapport du rendement biologique (matière sèche totale produite) à la quantité d'eau consommée durant le cycle végétatif, varie de 8 à 14.

En terme de productivité, l'eau est par contre mieux valorisée par les variétés qui utilisent l'eau supplémentaire pour intensifier l'activité photosynthétique sans accroissement notable du couvert végétal (biomasse aérienne), soit pour être plus performante en matière translocation des assimilats vers le grain.

Mots clés : Blé dur, efficience de l'eau, remobilisation des assimilats, rendement.

## INTRODUCTION :

La longue histoire des systèmes agraires du bassin Méditerranéen et les contributions du croissant fertile, centre primaire des espèces de céréales et légumineuses, à l'essor de l'agriculture mondiale, n'ont donc pas fondamentalement changé les données du problème auquel la céréaliculture doit faire face dans les régions du sud de la Méditerranée : La faiblesse et l'irrégularité des précipitations rendent tout objectif de rendement aléatoire et impose une gestion rigoureuse du facteur le plus précieux et le plus incertain qui est l'eau ( Benseddik B,1997).

Ceci est tout particulièrement vrai pour l'Algérie qui malgré ses 3 millions d'hectares consacrés annuellement aux céréales, demeure le principal importateur de blé dur à l'échelle mondial. Cette dernière espèce constitue un produit de base dans l'alimentation humaine, tout particulièrement en milieu rural où le blé dur constitue l'essentiel de la ration alimentaire humaine ( fabrication de coucous, galette, pâtes alimentaires...), et fournit de part ses dérivés, ( pailles et sons) une ressource substantielle pour l'alimentation animal.

Cette culture est essentiellement pluviale , elle est par conséquent soumise à des régimes pluviométriques caractérisés par des précipitations très variables, souvent faibles, et présentant des distributions aléatoires qui sont rarement en adéquation avec les besoins de la plante (Seltzer P,1946 ; Baldy CH,1974 ; Le Houerou NN, 1989). Ce qui se traduit par des déficits hydriques qui peuvent s'établir à n'importe quel moment durant le cycle végétatif de la céréale, compromettant ainsi partiellement ou totalement le rendement, selon leurs durées, intensités et occurrences (Baldy Ch,1993; Benseddik b,1996 ; Barakat f, Handoufe A,1998). Il n'est donc pas paradoxal que la variation des rendements soit liée à celle des précipitations. Par contre, ce qui paraît paradoxal est la stagnation ou amélioration très lente du rendements sur plus d'un siècle ( Figure1).

Il est rapporté que le rendement moyen annuel entre 1871 et 1875 est pratiquement identique à celui de 1971-1975 soit 5 à 6 quintaux /hectare, celui de la période 1991-1995

n'est pas plus important se stabilisant à 7-8 quintaux / hectare. (Rouveroux P, 1946 ; Benseddik B, 1983, 1996 ; Brinis L, 1995) (Graphe 1 ). A titre de comparaison, il est rapporté que durant ces dernières décennies, on a observé une augmentation régulière de près de 1 quintal /ha/an sur la rive Nord de la Méditerranée .

La marge de progrès dus à la sélection en milieu semi-aride est une entreprise qui a donc donné toute ses limites, néanmoins deux alternatives restent encore valables doivent d'ailleurs être menées de pair :

1- Poursuivre les investigations sur l'identification et la définition des traits morphophysiologiques d'adaptation, de résistance, tolérance ou esquivance au stress hydrique . Ces approches, permettant la compréhension des mécanismes développés par cette céréale sont largement développées par Quizenberry J.E ,1982 ; Alcevedo E,1987 ; P. Monneveux ,1991,1995 ; Eric B, Dominique T, 1995).

2- Développer une approche intégrant l'aspect climatique, et permettant de mieux caractériser la variable hydrique , de repérer les périodes de stress les plus critiques , et de fournir un complément d'eau (par irrigation d'appoint) . C'est une technique qui est adoptée actuellement en Algérie.

D'une manière simple, ceci peut être fait à travers :

La caractérisation des régimes pluviométriques aux différentes échelles ( mensuelle , décadaire et journalière).

L'analyse à un pas de temps qui s'ajuste sensiblement mieux aux changements morphophysiologiques de la plante, permettant ainsi d'identifier les séquences de sécheresse , leur occurrence, leurs intensité et leur durée. Le repérage des risques probables de coïncidence de ces occurrences avec les phases sensibles de croissance et développement du blé dur et y remédier par un apport d'eau.

## MATERIEL ET METHODE.

Six variétés de blé dur (*T. durum* Desf.), retenues pour leurs performances et implantées dans le cadre d'un essai au niveau d'un site expérimental représentant les régions céréalières semi-arides de l'Algérie occidentale et de coordonnées suivantes : Longitude Greenwich 0° 38' W . Latitude N 35° 11'. Altitude 486. ont reçu des irrigations d'appoints sous forme de 03 doses ajustant l'E.T.M et correspondant aux trois stades jugés critiques vis à vis des besoins en eau.

Source des données pluviométriques.

Les données sur les précipitations quotidiennes proviennent du dépouillement des fiches de relevés effectués durant une période de 17 années successives (1960 – 1977).

Les séries suivantes, et 1998- 1997 n'ont pas été considérées du fait qu'elles présentent : Soit des lacunes importantes (1978- 1984) , les corrections apportées biaisent fortement les résultats permis par la série précédente. Soit une longueur de faible portée statistique, 12 années ( 1985-1996) rendant ainsi toute interprétation assez hasardeuse.

- Les données sur les précipitations mensuelles proviennent de l'O.N.M. et portent sur une série de 38 années (1960-1998).

- Origine des variétés

Chen 'S'	Variétés d'introduction de l' ICARDA, de culture récente.
BD 1 /94	
Om rabii 9	
Kebir	
O.Zenati	Variétés locales utilisées comme témoins.
M.B.Bachir	

Les stades morphophysiologiques sensibles étant connues, c'est l'identification des séquences de sécheresse et leurs positions par rapport au cycle végétatif et/ou reproductif de la céréale qui délimite les périodes d'apport supplémentaire d'eau.

- Apports d'eau

Irrigation (mm d'eau)	stade végétatif
28 mm	tallage
25 mm	montaison - gonflement
25 mm	remplissage du grain

Pour les besoins de cette analyse seuls le rendement biologique et le rendement en grain sont considérés. Ces deux variables constituent des facteurs intégrateurs et permettent d'estimer l'efficience du mm d'eau apporté sans passer par toutes les composantes morphophysiologiques et phénotypiques explicatives.

## RESULTATS ET DISCUSSION.

A ce stade de l'analyse, les fréquences de pluies ou percentiles 20,50, 80 (représentant respectivement les valeurs prises par la moyenne 1 an sur 5, la médiane et 4 années sur 5) permettent de mieux représenter les fréquences moyennes des pluies mensuelles ( Stern R.D, Dennett M.D , Dale I.C., 1982). Cependant, il faut remarquer qu'à l'échelle mensuelle, les coefficients de variation ne permettent pas d'estimer valablement des hauteurs de pluies (MATARI M, 1989). Ceci du fait que les changements des phases végétatives et les modifications phénoménologiques conséquentes se faisant à des échelles de temps beaucoup plus réduites, la considération des pluies mensuelles est donc peu instructive à ce niveau. ( Brisson N, Delecoller R. 1992)

- les précipitations décadaires.

L'analyse à un pas de temps décadaire s'ajuste sensiblement mieux aux besoins de la plante, il est souvent utile d'effectuer l'analyse en deux parties en éliminant les valeurs égales à zéro d'abord, puis en traitant séparément les valeurs non nulles. C'est une caractéristique importante qui doit être prise en compte pour l'interprétation des données ( Keatinge J.D.H, Dennett M.D, Rodgers J, 1984). L'irrégularité et la faiblesse des précipitations sont encore mieux visualisées à une l'échelle organogénétique de la plante, ces données, confrontées aux besoins moyens en eau du blé dur,(Figure 2 ), se traduisent par une forte variabilité du rendement ( figure 3), et montrent qu'un apport supplémentaire durant les phases critiques est indispensable pour la finition du parcours du rendement. Cependant , les réponses variétales étant différentes et le facteur 'eau' étant souvent rare, sa gestion impose la recherche de l'efficience du 'mm' d'eau, ce qui est fait à travers le repérage de la période critique pour l'apport d'eau et la détermination de la dose d'apport

- Les séquences de sécheresse.

Pour le traitement des séquences sèches, la première tâche consiste à définir un jour sec. La définition la plus évidente correspond à toute journée non pluvieuse. Généralement , un jour

est considéré comme sec lorsque la quantité de pluies recueillie durant ce jour est inférieure à un certain seuil. Ce seuil est généralement égal à 1 mm.

La longueur de séquence sèche atteinte depuis le dernier jour pluvieux et la longueur de la séquence sèche maximale pour chaque mois peut être définie. Il est utile de considérer des séquences pour des périodes de temps inhérentes aux stades morphophysiologiques ou phénotypiques du blé plutôt que pour des périodes fixes dans l'année .

Différents types de scénario peuvent être adoptés (nombre de jours successifs secs à chaque stade limitatif ), ou identification de l'ensemble des séquences stressantes et leurs confrontation à tout le cycle du blé dur. Ce qui permettra de repérer les phases limitantes en fonction des risques de stress hydriques .

Il est utile de considérer des séquences pour des périodes de temps inhérentes aux stades morphophysiologiques ou phénotypiques du blé plutôt que pour des périodes fixes dans l'année (Keatinge J.D.H, Dennett M.D, Rodgers J. 1984 ; Benseddik B, 1996).

- Efficience biologique.

- Production de matière sèche.

Les résultats indiquent qu'en terme de biomasse totale synthétisée, les cultivars valorisent différemment les apports d'eau. La variété locale témoin (O.Zenati) donne un rendement de 62,39 qtx. contre 32.18 qtx . en conditions pluviales (+ 94 % ), alors que CHEN'S' passe de 51.37 qtx. à 56,85 qtx (+11 %).

- Efficience de la matière sèche

L'accroissement de la masse végétale ne se traduit pas forcément en production de grains.

La valorisation de l'eau reste aussi tributaire de la correspondance 'apport d'eau – stade physiologique', qui dépend de l'efficacité du génotype dans l'accumulation et la remobilisation des assimilats vers le grain.

Les autres paramètres liés à la photosynthèse après floraison, à la durée de vie des feuilles (L.A.D) et à la vitesse de remplissage du grain expliquent aussi cette différence dans le passage matière sèche – grain .

En terme de biomasse totale synthétisée, la variété locale O.Zenati donne un rendement de 62,39 qtx. contre 32.18 qtx .en conditions pluviales. Mais en termes de rendement grain qui renseigne sur l'efficience de la matière sèche dans la translocation des assimilats et dont l'indice de récolte est un bon indicateur, cette variété est peu efficace.

Une variabilité importante est à signaler pour cette composante finale. Les gains entre le traitement pluvial et irrigué présentent des accroissement de 100 à 300%. Cependant très peu de correspondances existent entre accroissement de M.S et accroissement du rendement en grain. La variété CHEN'S' qui présentait le plus bas gain en biomasse totale (11%) est passé 343% en production de grain, ce qui dénote son efficacité dans la remobilisation des glucides de réserve comparativement à la variété locale O.Zenati qui accuse 94 % d'accroissement de la masse végétale et seulement 177% en grain.

L'efficience dans la traduction de la biomasse en grain est aussi rapportée par l'indice de récolte qui permet de bien classer CHEN'S' . (Graphe 4 et 5) .

- Efficience des apports d'eau.

L'efficience de l'eau transpirée, exprimée par le rapport du rendement biologique (matière sèche totale produite) à la quantité d'eau consommée durant le cycle végétatif, varie de 8 à 14 en condition pluviales (377 mm d'eau) . et pratiquement dans les mêmes proportion avec un l'apport d'eau supplémentaire ( + 78 mm).

Les variétés CHEN'S, O.Rabii et Kabir sont mêmes moins efficaces en terme de valorisation de l'eau pour la production de M.S.

- Efficience ( productivité) de l'eau d'irrigation.

L'efficience économique est par contre mieux valorisée par les variétés qui utilisent l'eau supplémentaire pour intensifier l'activité photosynthétique sans accroissement notable du couvert végétale (biomasse aérienne), soit pour être plus performante en matière translocation des assimilats vers le grain.

L'efficience économique traduit un gain monétaire du à un apport supplémentaire d'eau.

$E_e = R_b / C_i$ .( rendement brute/consommations intermédiaires).

Le gain financier brut constitue la variable clef qui détermine les stratégies de l'agriculteur ( Benseddik B, 1983 ). Cette variable est estimée à partir des prix à la production en vigueur (Graphe 6).

## CONCLUSION.

La quantité d'eau apportée peut être considérée sous différents aspects :

La quantité totale à apporter dans le temps durant une période donnée, dépend exclusivement du climat, de la nature de la culture et du taux de couverture des besoins.

La quantité d'eau à apporter par irrigation ou à chaque irrigation, dépend quant à elle de la nature du sol ou du substrat, de la nature de la culture, particulièrement de son stade végétatif. L'eau consommée par les plantes représente 500 à 1000 fois leur poids de matière sèche. A titre d'exemple, une culture de blé bien irrigué consomme 500 mm par an soit 5000 m<sup>3</sup>/ ha /an. Les apports naturels (précipitations ) peuvent concourir à raison de 50 à 75 % ( 250 à 350 mm ) , le reste doit être apporté sous forme d'irrigation quand cela est possible. Cependant , il faut garder à l'esprit les stratégies de l'agriculteur pour le choix des cultivars, et la raréfaction de la ressource 'eau' dans le choix de la variété et les stades d'apport supplémentaire d'eau.

## Références.

Quizenberry J.E. Breeding for drought resistance and plant water use efficiency.

In : Breeding plants for less favourable environments, Eds. Wiley Intersci. Publ., New York , 1982 : 383-399.

Acevedo E., Ceccarelli S., Role of physiologist – Breeder in a breeding program for drought resistance conditions. In Baker FWG Eds . Drought resistance in cereals 1987 : 117-139.

Eric B., Dominique T., P.Monneveux. L'adaptation génétique face aux contraintes de sécheresse. Cahiers Agricultures 1995 ; 4 :251-61.

Louhichi B. Effet du stress hydrique sur quelques mécanismes morphophysologiques et biochimiques de traits d'adaptation et déterminisme génétique chez le blé dur (T .durum Desf.). Thèse Doct. d'Etat. Université de Annaba, 1995 ; 156 p.

Rouveroux P, Strotz G.J.. *Les céréales D'Algérie*. Alger : Ancienne imprimerie. V.Heintz 1946 ; 476 p.

Benseddik B. Intégration céréaliculture-élevage en zone substeppe : Cas de Saïda. Thèse Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle Montpellier III, 1983 ; 330 p.

Le HOUEROU HN. Classification écoclimatique des zones arides de l'Afrique du Nord. *Ecologia Méditerranæa* 1989 ; 15 : 95-144.

Baldy Ch. *Contributions à l'étude fréquentielle des conditions climatiques. Leurs influences sur la production des principales zones céréalières d'Algérie*. Versailles .I.N.R.A Dép de bioclimatologie / Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire. 1974 ; 152 p.

Baldy Ch. Effet du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en Méditerranée occidentale. In : Ben Salem M, Monneveux P, eds. Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Paris : les colloques INRA n° 64, 1993 :83-100.

Seltzer P. *Le climat de l'Algérie*. Institut de météorologie et de physique du globe, Université d'Alger, 1946 ; 219 p.

Benseddik B. Utilité de l'analyse spatio-temporelle des pluies. *Actes du colloque national sur le changement climatique* . Oran, 24-25 décembre 1997 :34 –45.

Barakat F, Handoufe A. Approche agroclimatique de la sécheresse agricole au Maroc. *Sécheresse* 1998 ;9 : 201-8.

Benseddik B. Variations climatiques et incidences sur l'agro-système céréalier. . *Actes du congrès international 'Eco-Dev 96'*. Adrar, 13-16 novembre 1996 : 7-14.

MATARI M., I.H.F.R. *Cahier de la météorologie*. Oran., Ministère des transports , octobre 1989 ;84 p.

Stern R.D, Dennett M.D , Dale I.C. Analysing daily rainfall measurements to give agronomically usefull results II. A modelling approach . *Expérimental agriculture* 1982 ; 18 : 237-153

Keatinge J.D.H, Dennett M.D, Rodgers J. *The influence of precipitation regime on the crop management of dry areas in northern Syria*. Aleppo, The International Center for Agricultural Research in the dry area, 1984 ; 18 p.

Brisson N, Delecoller R. Développement et modèles de simulation des cultures. *Agronomie* 1992 ; 12 n°3 : 253-263.

Figure 1 : Rendement moyen du blé dur sur plus d'un siècle.

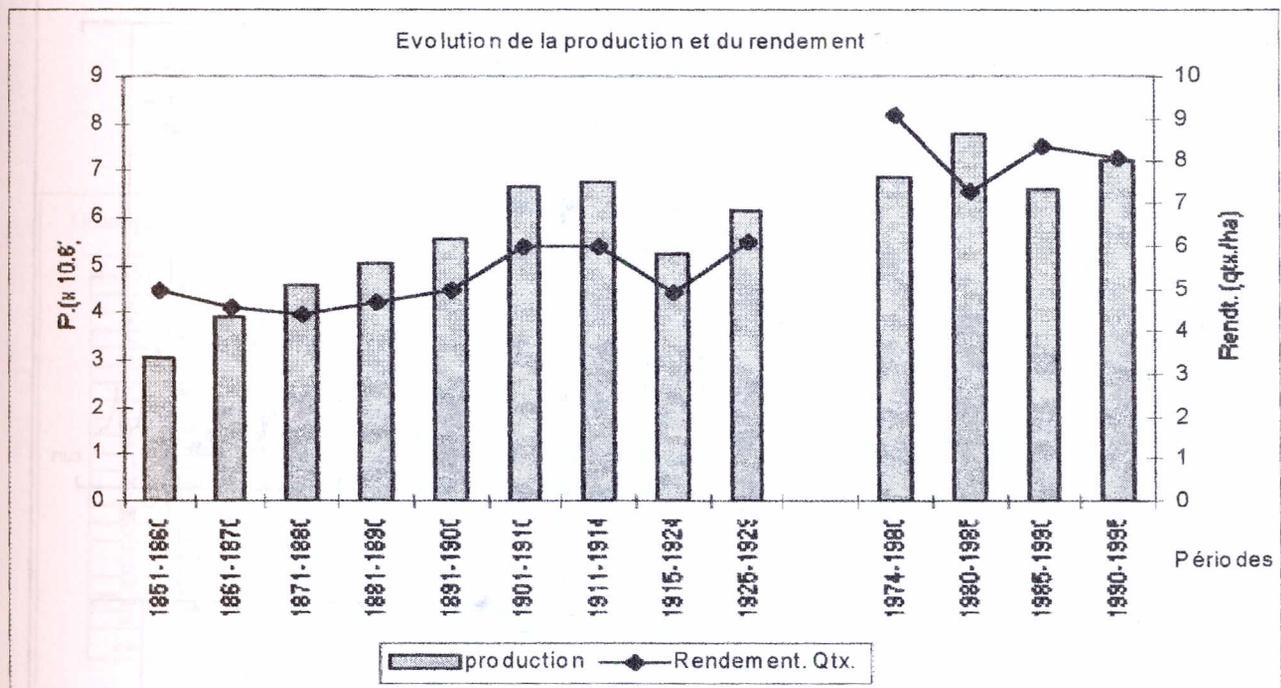


Figure2 : Evolution des séquences sèches, du bilan hydrique et de la consommation d'eau .

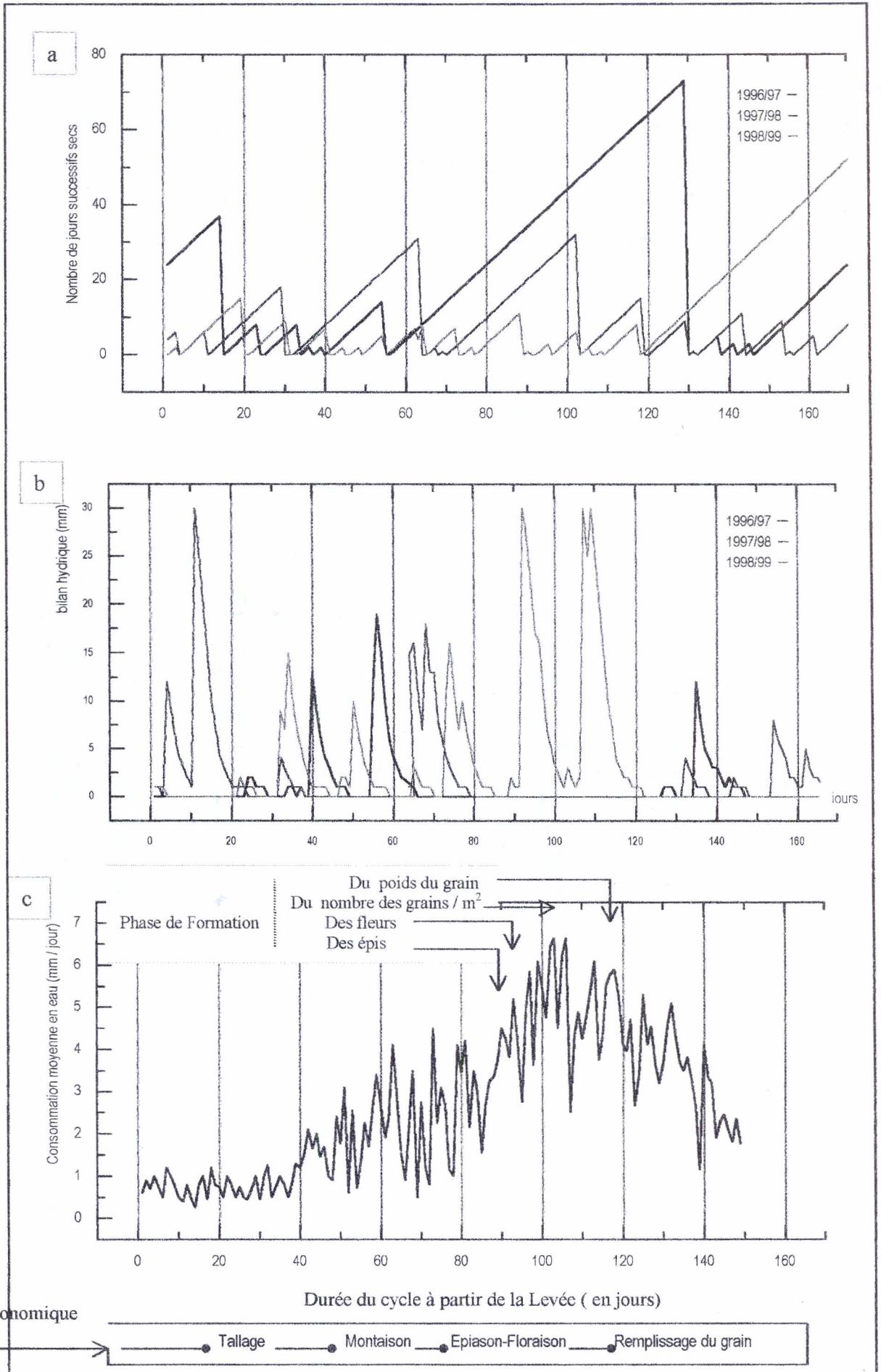
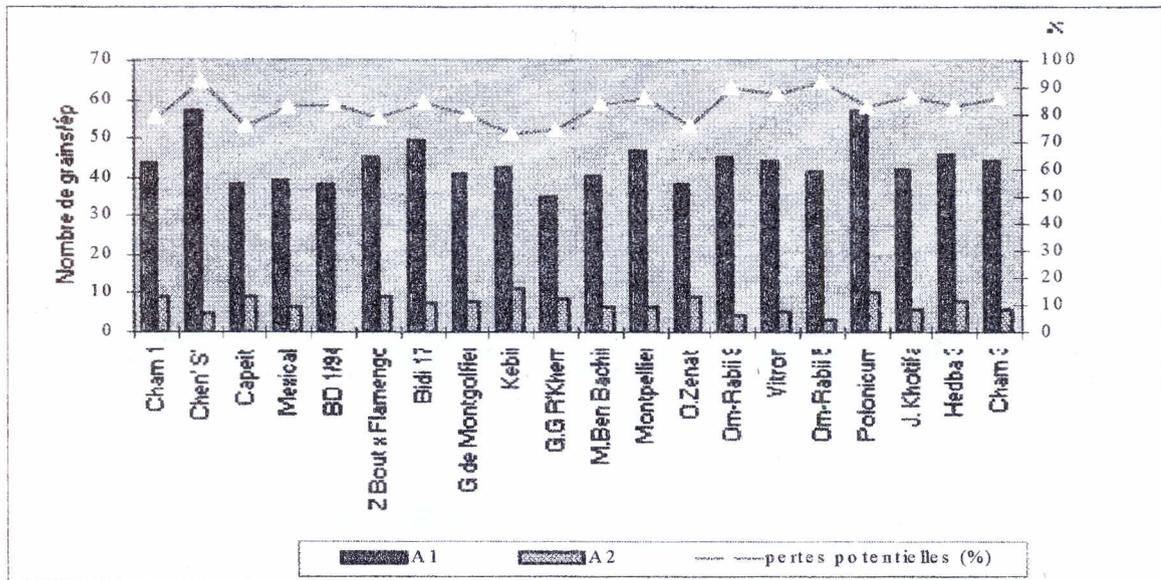


Figure 3 : Variation de la composante 'nombre de grain par épi' entre 2 années (A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>).



Profil des variables morphologiques et du rendement.

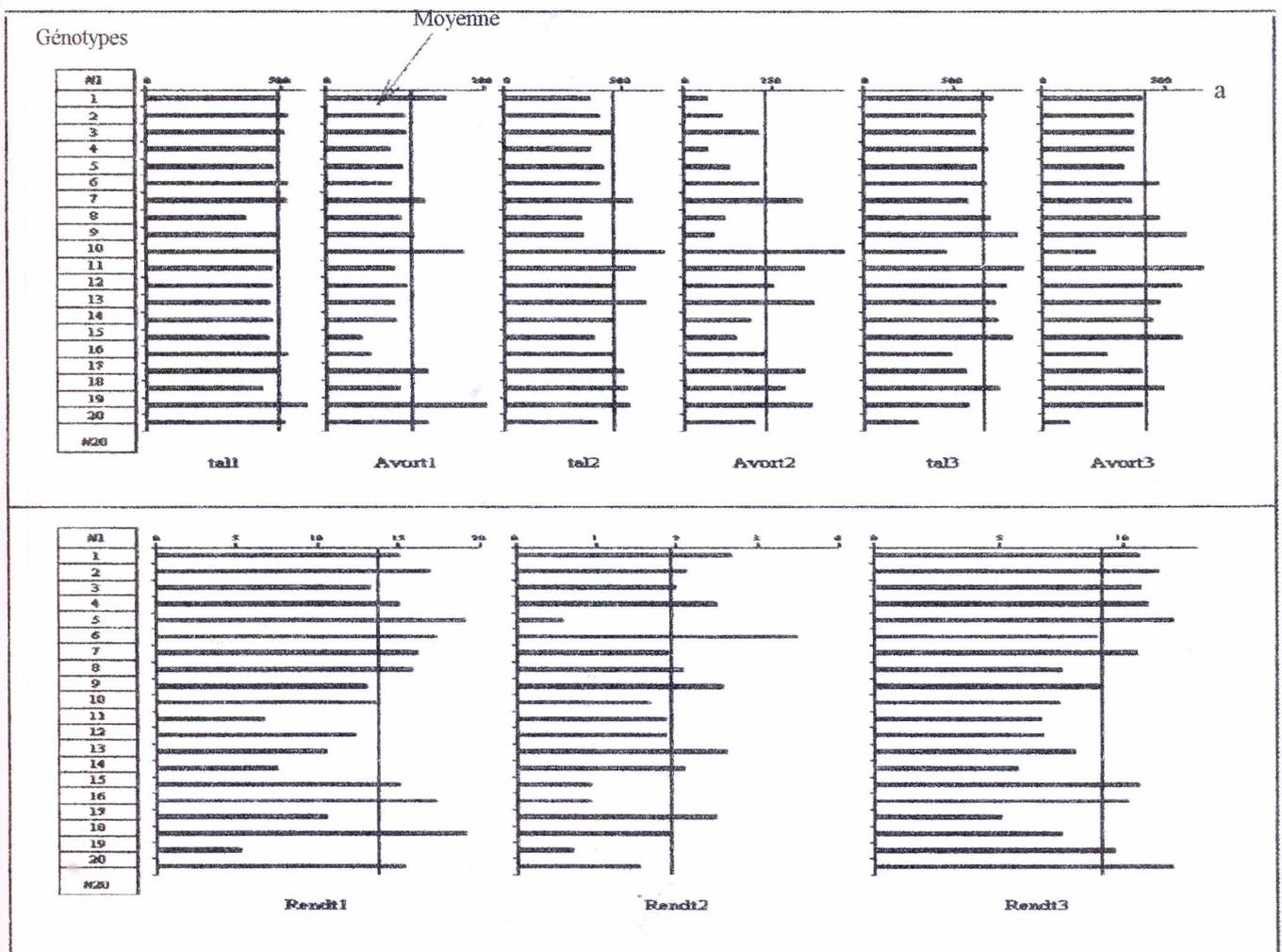


Figure 4 : Variabilité de la biomasse totale synthétisée et rendement en grain.

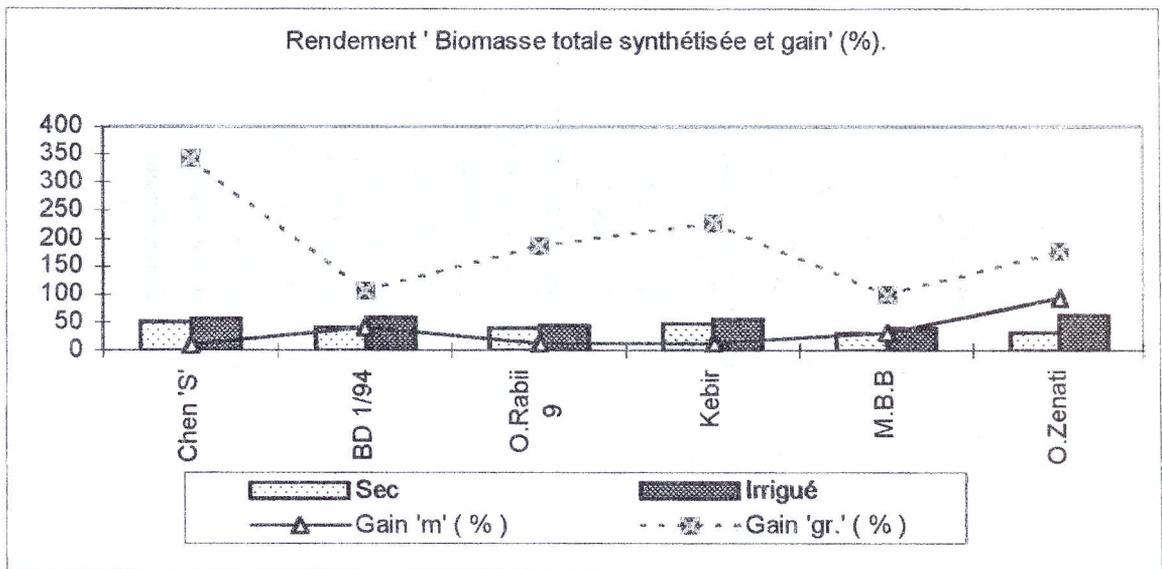


Figure 5 : Variations de l'indice de récolte.

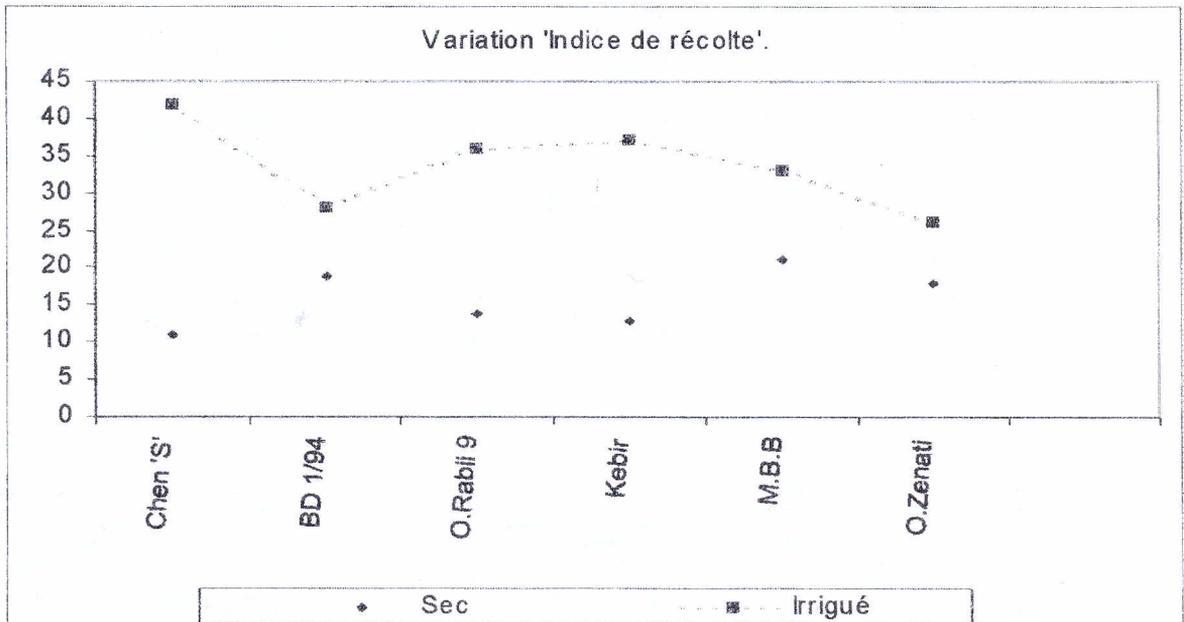
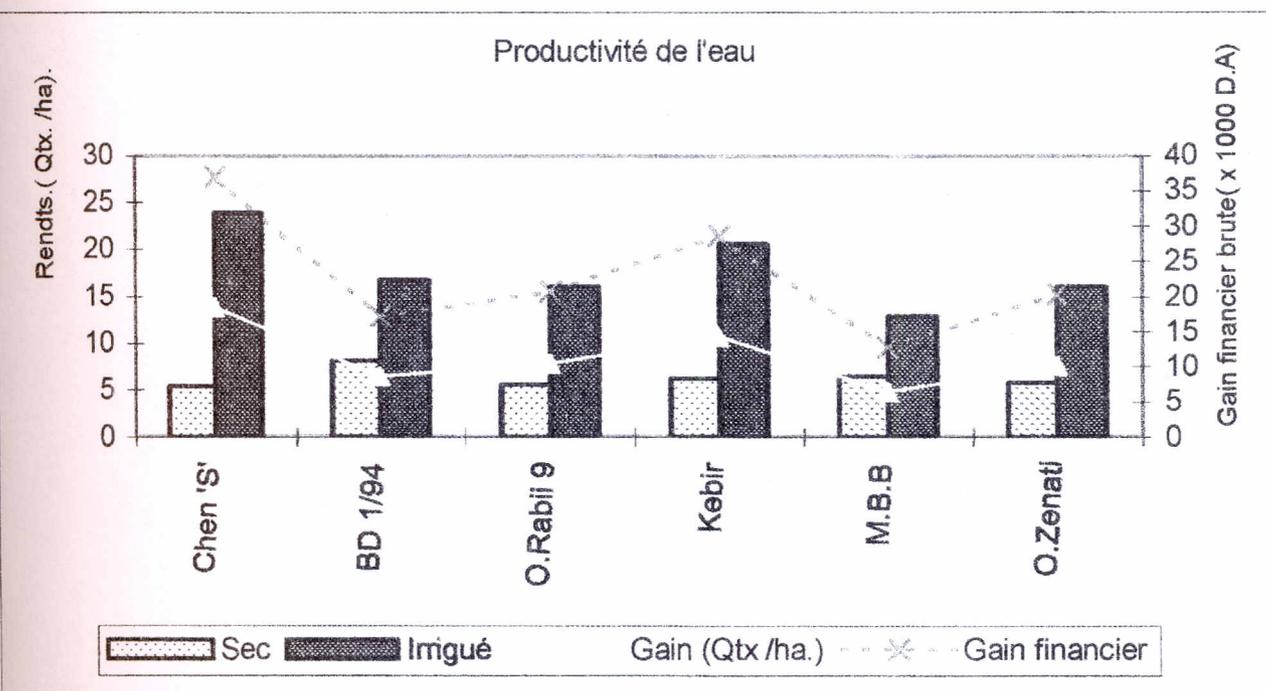


Figure 6 : EFFICIENCE DE L'EAU.



**AXE II :**  
**Technique**  
**D'irrigation**

# QUEL EST LE DEVENIR DE LA FOGGARA EN ALGERIE

**REMINI B.**

Maître de conférences  
Faculté des sciences de l'ingénieur  
Université de BLIDA

## RESUME

Nous avons abordé dans cette communication un système millénaire de captage des eaux appelé foggara utilisé dans le sud Algérien et plus particulièrement dans les régions de Touat, Gourrara et Tidikelt. Ces dernières années le nombre de foggara est en net régression, plus de 50 % du nombre de ces foggaras sont détériorées et complètement abandonnées dont les causes sont d'ordre naturel; comme l'ensablement et l'abaissement du niveau de nappe, et d'ordre humaine comme l'augmentation de nombre des forages près des foggaras et la question qui reste poser, quel sera le devenir de ce système hydraulique.

**Mots clés:** Algérie - Foggara - Touat - Gourara - Détérioration - Hydraulique.

## SUMMARY

The foggara constitue a technical of catchment very ancient. It has participated since a centuries at the increase of oasis and the inhabitants near the depression (sebkhas) and particularly in the region of Touat and Gourar that is became a crossroad of economic exchanges.

Now, this catchment system is in critical situation: 50% of foggaras number to the region are completely deteriorated and abandonated, the causes are a natural order like the lowering to the level of sheet, the stranding and the human order like increase of drilling near the foggaras.

**Key words:** Foggara - Touat - Gourara - Deterioration - Algeria -Hydraulic.

## DESCRIPTION DE LA FOGGARA

Les zones arides et semi arides occupent une superficie de 2 millions de km<sup>2</sup> et vu certains paramètres, tels que la sécheresse et la rareté de l'eau et surtout l'exploitation très délicate de l'eau souterraine par les procédés traditionnels. C'est dans ce sens que la population de la région de Touat et Gourara a procédé à exploiter les eaux souterraines par la technique des foggaras.

La foggara est composée d'une multitude de puits de différentes profondeurs reliés entre eux au fond par l'intermédiaire de galeries.

La longueur du tunnel varie d'une centaine de mètres jusqu'à plusieurs kilomètres (généralement elle est de 7 à 8 kilomètres).

Avant de commencer le creusement de la foggara, on procède d'abord par le creusement d'un premier puits au niveau d'un point élevé qui sera déterminé après avoir assuré la présence de l'eau souterraine (La profondeur des puits peut atteindre 1 à 60 mètres).

Après avoir creusé le premier et le deuxième puits, ils seront reliés par un tunnel au fond des puits, puis on procède au creusement du troisième puits et sera relié au deuxième par un tunnel et ainsi de suite.

Ces puits seront utilisés comme accès au nettoyage et à la maintenance et aussi à l'aération de la galerie. La profondeur de ces puits varie de 1 à 40 mètres. Le diamètre de ces puits varie de 0,5 à 1 mètre et généralement l'entrée de chaque puits est protégée par le dépôt des terres (provenant de creusement) contre le transport éolien.

## HYDRAULIQUE DE LA FOGGARA

### a) La plaque de jaugeage du débit

La mesure du débit se fait par une plaque de jaugeage appelée le « louh » dans la région de Timimoun dont l'unité de mesure est le « Tmen » égal environ à 0,0416 l/s. Le « louh » est percée de 3 rangées parallèles:

- la rangée supérieure est perforée de trous de 7 cm de diamètre de débit égal à 1 « Tmen ».
- la rangée centrale est perforée de trous de fraction de « Tmen »: 1/2, 1/4, 1/3, 1/6, 1/8.
- La rangée inférieure est perforée de trous de multiple de « Tmen ».

Cette plaque de jaugeage de forme rectangulaire est en cuivre de dimensions: 57 cm×18 cm.

### b) Mesure du débit de la foggara

L'emplacement du « louh » dans la seguia est faite juste à la sortie du « Kasria » principale. Le « Kial El ma » après une série de fermetures et d'ouvertures de différents orifices de « louh », obtient la stabilité du plan d'eau. A partir cet instant, le mesureur compte uniquement le nombre d'orifices ouverts et donne directement le débit de l'écoulement dans la seguia. En réalité, cette mesure du débit obéit tout simplement à des lois hydrauliques; elle découle de l'écoulement par orifices.

Afin de vérifier les valeurs des débits mesurés par le « louh », nous avons procédé à des mesures du débit par un déversoir triangulaire. L'emplacement du déversoir dans la seguia a donné un débit de 5,5 l/s, par contre celui mesuré par le « louh » est de 135 « tmen », soit 5,6 l/s (1 « tmen » = 2,5 l/min = 0,0416 l/s).

Les manoeuvres d'ouvertures et de fermeture des orifices par le « Kial El ma » n'est qu'une méthode pour obtenir le régime permanent. Nous constatons que la valeur donnée par le « louh » est la même que celle mesurée par le déversoir (5,6 l/s).

Il est à rappeler que le débit s'écoulant à travers un orifice est donné par la relation:

$$Q = C_d \cdot S_o \cdot (2 g h)^{1/2}$$

avec,

$C_d$ : coefficient de débit

$S_o$  : section de l'orifice

$h$ : charge hydraulique

Nous avons déterminé le coefficient du débit de la plaque de jaugeage « louh ». Le diamètre de l'orifice supérieur du « louh » est égal à 3 cm, débite un débit de 20 tmen. Après la stabilité du plan d'eau ( le régime est permanent ), la charge est de  $h=9$  cm. En utilisant la relation (1), nous obtenons  $C_d= 0,88$ . Le deuxième orifice de diamètre égal à 2,6 cm débite un débit de 15 tmen, soit 0,625 l/s qui est la même que celle mesurée par le « Kial El ma ». Par contre celui de la chegfa de la foggara de Bendraou est 0,75

### Débit de la foggara

Le débit mesuré par l'agence national des ressources hydrauliques durant le mois de juin 1999 est de 23 l/s au niveau de la foggara d'El Meghier. Le débit de la foggara est partagé en 04 séguias. Les mesures que nous avons effectués à l'aide du déversoir dans les 04 seguias donnent un débit total de 22,9 l/s, par contre le Kial El ma a mesuré un débit de 553 tmen qui correspond à 23 l/s. En utilisant la relation (1), nous obtenons un débit de 23,03 l/s.

### Régime d'écoulement

Pour avoir une idée sur le régime d'écoulement, nous avons évalué les nombres de Froude et Reynolds. On défini habituellement ces nombres dimensionnels comme:

$$Fr = V/(g \cdot D_h)^{1/2}, \quad Re = D_h \cdot V/\nu \quad \text{ou} \quad Re' = R_h \cdot V/\nu$$

avec;

$Fr$ : nombre de Froude

$Re$ : nombre de Reynolds

$D_h$ : diamètre hydraulique

$V$ / vitesse moyenne

$R_h$ : rayon hydraulique

Par conséquent, les effets du nombre de Reynolds et de Froude donnent quatre régimes d'écoulement:

- fluvial laminaire,  $Fr < 1$ ,  $Re' < 500$
- fluvila turbulent  $Fr < 1$ ,  $Re' > 2000$
- torrentiel laminaire  $Fr < 1$ ,  $Re' > 500$
- torrentiel turbulent  $Fr < 1$ ,  $Re' > 2000$

## Vitesse moyenne de l'écoulement

La vitesse moyenne de l'écoulement peut être déterminée par la relation de Strickler:

$$V = k_s R_h^{2/3} I^{1/2}$$

I: pente moyenne de la foggara

$k_s$ : coefficient de Strickler

R: rayon hydraulique

Le coefficient de Strickler peut être déterminé par les relations:

$$k_{s1} = 21,1 / (d_{50})^{1/6}$$

$$k_{s2} = 26 / (d_{50})^{1/6}$$

Les diamètres  $d_{50}$  et  $d_{90}$  sont déterminés directement de la courbe granulométrique des échantillons de sédiments prélevés dans le dernier tronçon de la foggara avant sa sortie.

Les valeurs des nombres adimensionnels de la foggara d'El Meghier sont résumées dans le tableau ci-dessous:

Foggara	El Meghier	Bendraou
Coefficient de Strickler	100	77
Vitesse moyenne de l'écoulement	0,80 m/s	0,70 m/s
Nombre de Froude	0,35	0,35
Nombre de Reynolds	104000	77000

Ces résultats indiquent un régime d'écoulement de type fluvial - turbulent dans la foggara.

## Transport solide dans la foggara

Dans le cas où la force tractrice de l'écoulement  $\tau_0$  est supérieure à la contrainte critique, il y'aura un début d'entraînement des particules de fond. La quantité charriée est donnée par la relation de Meyer Peter:

$$G_s = 25 (\tau_0 - \tau_c)^{3/2}$$

avec;

$$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot R_h \cdot I$$

$$\tau_c = 0,047 \cdot (\gamma_s - \gamma) \cdot d_{50}$$

Nous obtenons les résultats suivants:

Foggara	El Meghier	Bendraou
Force tractrice de l'eau ( $\text{kg/m}^2$ )	0,13	0,16
Force tractrice critique ( $\text{kg/m}^2$ )	0,01	0,04
Débit charrié ( $\text{kg/s}$ )	0,6	0,45

D'après ces résultats, Nous constatons que le régime fluvial turbulent provoque une force tractrice de l'écoulement, ce qui a induit un entraînement important des matériaux du fond entraînant d'une part, un dépôt des sédiments dans le madjen et en d'autre part, une érosion du lit et ensuite un agrandissement de la section transversale, ce qui conduira forcément avec le temps à l'effondrement de la foggara.

Généralement, la foggara est creusé dans un sol sableux, elle est faite pour une vitesse d'écoulement faible de telle façon que le régime reste toujours fluvial. Le renforcement des foggaras par des forages ou des puits peut entraînera une augmentation de la vitesse de l'écoulement et par suite une forte érosion du matériaux du fond et par conséquent le risque d'effondrement de la foggara devient considérable. Pour interpréter ce problème, nous prenons l'exemple de la foggara de Bendraou. En effet, le débit de cette foggara fournit par les services agricoles d'Adrar est de  $Q=18,75$  l/s. Juste à la sortie de la foggara, la mesure du débit par le déversoir est égale à 31,5 l/s. La foggara a té renforcée par un puits de débit d'exploitation égal à 15 l/s, donc le débit réel de la foggara est de 16,5 l/s. Les paramètres hydrauliques obtenus avec ce débit (31,5l/s) sont représentés dans le tableau ci-dessous:

Vitesse moyenne de l'écoulement (m/s)	0,95
Nombre de Froude	0,35
Nombre de Reynolds	171000
Force tractrice de l'eau ( $\text{kg/m}^2$ )	0,27
Force tractrice critique ( $\text{kg/m}^2$ )	0,04
Débit charrié (kg/s)	1,2

Nous constatons clairement que le débit de charriage à tripler.

## LES CAUSES DE LA DETERIORATION DES FOGGARAS

Depuis un siècle déjà, les foggaras ont commencé à enregistrer une régression en quantité et en qualité. Le recensement de 1904 a donné le nombre de 909 foggaras entre Touat, Gourara et Tidekelt.

Actuellement, on enregistre 570 foggaras productives entre Touat et Gourara et 89 foggaras dans Tidekelt. Le nombre des foggaras abandonnées s'élève à 400, ce qui représente environ 40 % du nombre initial.

Les paramètres de la détérioration des foggaras sont:

- Abaissement du niveau de la nappe
- Ensablement des foggaras
- Manque d'entretien de la foggara
- Effondrement des foggaras
- Croisement des foggaras avec les réseaux d'abaissement et de l'eau potable
- Réalisation des puits et des forages dans la région des foggaras

## CONCLUSION

La foggara constitue un paramètre important dans la vie des habitants de Touat et Gourara pour les raisons suivantes:

- Economiques: assurance de la vie des habitants de l'oasis (50 % des habitants).
- Touristiques: elle constitue un patrimoine culturel propre à la région.
- Social: elle renforce les liens sociaux entre les habitants.

Mais au cours de ces dernières années, la situation de la foggara s'est détériorée pour plusieurs raisons:

- absence des travaux de maintenance;
- augmentation importante des foggaras;
- la région a vu un développement urbain important.

Vu les objectifs importants et la situation critique que vivent les foggaras de la région, il est indispensable de trouver les solutions techniques et administratives pour redynamiser à nouveau les foggaras.

## REFERENCES

- A.N.R.H., 1983 . Foggara de Touat et Gourara - Etude de fonctionnement et possibilités d'amélioration - Alger - Rapport.
- A.N.R.H., 1973 . Etude agro-économique de Touat et de Gourara Alger- Rapport préliminaire.
- A.N.R.H., 1974 . Etude agro-économique de Touat et de Gourara Alger - Rapport.
- B.E.T.A.S. Adrar. 1994. Projet du drainage de palmeraie d'Aoulef.
- C.D.A.R.S. Adrar 1993. Compte rendu sur la situation agronomique de la daïra d'Aoulef.
- E.N.H.P.C., 1994 . Etude agro-pédologique et hydro-dynamique des sols des palmeraies de Timimoun et de Tamntit- Rapport- Alger.
- RENE A., 1985 . L'eau en Algérie, Office des publications Universitaires, 388 p.
- SAIDI A., 1983 . Le système de captage traditionnel dans les oasis traditionnelles. A.N.R.H. Alger.
- SOFRETEM, 1963. Foggara de Touat et Gourara. Etude de fonctionnement et possibilités d'amélioration. Tome 3
- KOBORI I., 1982. Cases studies of foggara oases in the Algérian sahara and syria, université de Tokyo, rapport n° 2.
- KASSIR A. 1982. hydrologie du Gourara. Thèse de doctorat.
- GOBLOT H.C. 1979. Les quanats. Une technique d'acquisition de l'eau. édition Mouton. Ecole des hautes études en sciences.

## **La Qualité de l'Irrigation sous Rampe Pivotante en Zone Saharienne, état actuel et contribution à son amélioration**

S. <sup>1</sup>AKROUN, S. <sup>2</sup>TAREB

<sup>1</sup> GEP Moustakbel El Djanoub, B.P. 463 Agence PTT Adrar 01000

Tel/Fax : 07 96 48 95

<sup>2</sup> Station INRAA Adrar B.P. 299 Agence Adrar 01000

Tel : 07 95 83 14

### **Résumé :**

Durant cette dernière décennie, on a assisté au développement rapide de l'utilisation de la rampe pivotante (appelé communément PIVOT) dans le grand sud algérien, comme moyen d'irrigation de grandes superficies de céréales, conduisant à une exploitation intensive des ressources hydriques non renouvelables du sous sol saharien.

Afin d'assurer un développement durable de ces régions du grand sud, la rationalisation de l'utilisation de cette précieuse ressource s'impose d'elle même. Néanmoins le constat du terrain nous démontre un important gaspillage d'eau au niveau des périmètres irrigués, pénalisant les agriculteurs par un surcoût de production, sans toute fois améliorer leur rendement.

Les relevées pluviométriques effectués sous plusieurs pivots, font nettement apparaître la mauvaise uniformité de l'irrigation des rampes, due essentiellement au dimensionnement du busage, ainsi qu'à une mauvaise adaptation de l'arroseur de type SPRAY aux conditions climatiques de la région.

L'introduction de moyens de simulation du fonctionnement hydraulique de la rampe à des fins de prédiction du busage optimum, alliée à l'utilisation d'un nouveau type d'arroseurs appelé ROTATORS, peut contribuer à l'amélioration significative de la qualité de l'irrigation sous rampes pivotantes, dans ces régions sahariennes.

### **Mots clé :**

Pivot, Irrigation, Efficience, Busage, Céréaliculture, Agriculture saharienne.

## I - Introduction :

Dans le cadre de l'augmentation des superficies irriguées en Algérie, une politique de mise en valeur de nouvelles terres dans les régions sahariennes est menée depuis une dizaine d'années par les instances gouvernementales. La disponibilité des ressources hydrique a facilité la mise en place de nombreux forages à grande échelle dans ces régions. Le système d'irrigation le plus prédominant est la rampe pivotante communément appelée Pivot. Cette technique s'est généralisée grâce à sa grande capacité d'irrigation d'un seul tenant de grandes surfaces de l'ordre de 50 hectares.

Afin d'assurer un développement durable de ces régions du grand sud, la rationalisation de l'utilisation de cette précieuse ressource s'impose d'elle-même, néanmoins le constat sur le terrain nous démontre un important gaspillage d'eau au niveau des périmètres irrigués, pénalisant les agriculteurs par un surcoût de la production, sans toute fois améliorer leur rendement

Pour ce qui est de notre étude, qui concerne la région du sud-ouest algérien, et plus particulièrement la région du Touat et du Gourrara, situé dans la wilaya d'Adrar. Les superficies mises en valeurs ont doublé durant cette dernière décennie, néanmoins on assiste ces cinq dernières années à une réduction notable des superficies emblavées en céréales, avec un niveau de rendement qui reste en dessous des grands espoirs qu'a suscité cet engouement pour la mise en valeur de nouvelles terres en zone saharienne.

Dans cette étude nous aborderons l'un des facteurs les plus importants dans la culture sous pivots qui est : « La qualité de l'irrigation » en raison des volumes importants d'eau mobilisée par la céréaliculture sous rampes pivotantes, et de l'utilisation de la rampe comme support pour la fertilisation et la chimigation.

L'amélioration de nos niveaux de rendements actuels, nous oblige à revoir la qualité de l'irrigation par l'utilisation d'outils de diagnostic et de simulation du fonctionnement hydraulique des rampes, afin d'arriver à avoir une uniformité maximale de la pluviométrie sur toute la surface cultivée, et de réduire ainsi les pertes d'eau au niveau des périmètres céréaliers.

L'introduction de nouveaux types d'arroseurs adaptés aux conditions Pédoclimatiques de la région s'avère indispensable, sachant que le type d'arroseurs utilisé à l'heure actuelle sur l'ensemble des pivots de la région sont du type Spray, ont montré leurs limites dans les conditions d'utilisations actuelles.

## II - Présentation de l'étude :

La présente étude a été initiée à la suite des constats d'anomalies d'irrigation sur les rampes pivotantes, et particulièrement l'uniformité de la répartition de la pluviométrie sur toute la surface irriguée, essentiellement due à l'absence totale d'études hydraulique en vue de l'établissement du plan de busage approprié lors de la mise en place des rampes.

Cette étude a été menée en deux phases distinctes, dans un premier temps nous avons procédé à un relevé des pluviométries sur un nombre de six rampes de marques ANNABIB 160EL en fonctionnement durant la campagne agricole 1998/1999, qui a été suivi par une deuxième phase relative à la correction des anomalies de fonctionnement hydraulique d'une des six rampes par l'utilisation d'un outil informatique de simulation du fonctionnement hydraulique de la machine, et l'introduction dans un même temps d'un nouveau type d'arroseur appelé Rotator.

Les six pivots concernés par cette étude sont situés dans deux zones différentes, quatre dans le périmètre de mise en valeur de la localité d'Aougrout, situé à 150 Km au Nord-est de la ville d'Adrar, auprès de deux exploitations privées, à savoir le GEP Meraou Toufik et de GEP El Moustakbel. Les deux autres pivots dans le périmètre de Sbaa auprès du GEP Moustakbel El Djanoub.

## III - L'efficacité de l'irrigation de la rampe pivotante :

L'efficacité de l'irrigation se définit comme la proportion d'eau réellement apportée à la plante, par un système d'irrigation, elle représente ainsi la qualité de la répartition de l'eau au niveau d'une parcelle par le système d'irrigation.

Dans le cas de la rampe pivotante, elle se définit de la façon suivante :

$$\dot{E}_T = E_R \times E_E \times E_I$$

Où

- $E_R$  : Efficacité de l'application, qui représente l'uniformité d'application de la rampe.
- $E_E$  : Représente les pertes par évaporation de l'eau depuis sa sortie de l'arroseur jusqu'à la surface du sol.
- $E_I$  : Représente les pertes par ruissellement, et dépend de la texture du sol et de l'intensité pluviométrique du système

### **3.1 - Efficacité de l'application $E_R$ :**

Ce paramètre représente l'uniformité de la répartition de l'eau à la sortie de la rampe, et reste le facteur le plus maîtrisable à l'heure actuelle, car il dépend directement du busage de la rampe.

Son optimisation passe par les étapes suivantes :

- Calcul du coefficient de rugosité réel de la rampe.
- Définir le point de fonctionnement optimum du pivot
- Calcul du plan de busage correspondant à ce point de fonctionnement.
- Vérification sur terrain de la courbe pluviométrique après mise en place du busage, et correction s'il y a anomalie de fonctionnement

### 3.2 – Efficacité de transfert $E_E$ :

Ce paramètre représente la fraction d'eau perdue par évaporation ou par dispersion par le vent durant le transfert buse-sol, il dépend essentiellement de deux facteurs :

- **Taille de la goutte d'eau :** Elle est inversement proportionnelle à la surface d'échange avec l'environnement, et directement proportionnelle à la masse de la goutte d'eau, Plus la goutte sera fine plus les pertes par évaporation et par dispersion par le vent seront importantes.

A l'inverse, plus la taille de la goutte est grande, plus les pertes par évaporation et par dispersion par le vent sont faibles, cependant une taille trop importante de la goutte risque de provoquer des dégâts sur la culture, lors de son impact sur le végétal, due à l'énergie cinétique acquise par la goutte d'eau durant son parcours.

- **Hauteur de la buse au sol :** Elle caractérise le temps mis par une goutte lors du transfert Buse-Sol, et qui sera proportionnel aux pertes par évaporations et de dispersion par le vent.

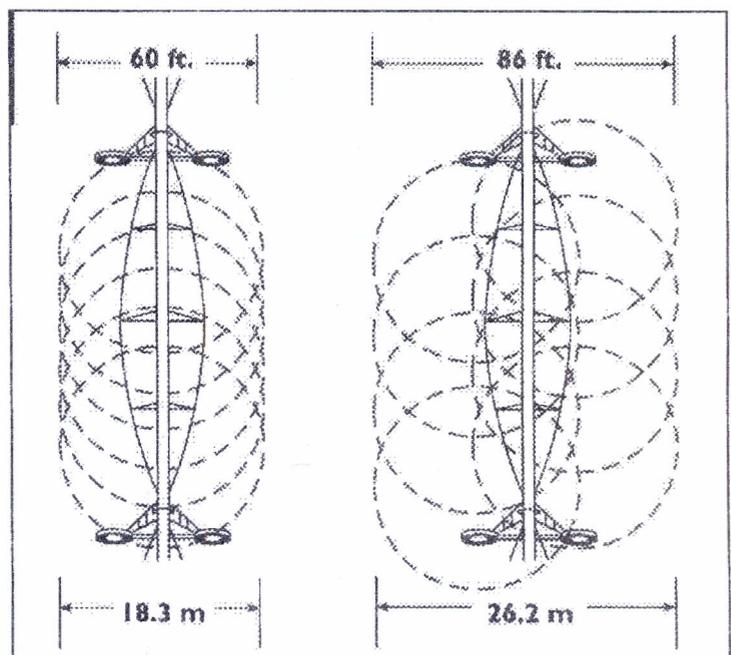
Donc dans les conditions climatiques du grand sud caractérisé par de fortes températures, un taux hygrométrique très faible et de forts vents, on aura plutôt intérêt à choisir des arroseurs fournissant un jet de gouttes de taille moyenne placé le plus près de la culture.

### 3.3 – Efficacité de l'infiltration $E_I$ :

Ce paramètre représente les pertes par ruissellement qui dépend directement de l'intensité de la pluviométrie, Communément appelé **Pluviométrie instantanée**, elle correspond au débit reçu par la surface du sol par unité horaire, elle est très importante en bout de pivot, et risque d'engendrer des pertes importantes par ruissellement et par falcage si elle est supérieure à la vitesse d'infiltration du sol.

#### Disposition des Arroseurs

On peut réduire l'intensité pluviométrique par une disposition adéquate des arroseurs comme présenté sur la Figure N° 1 Ci-contre.



A titre d'exemple sur un pivot ANNABIB 160EL de 50 Ha délivrant une pluviométrie moyenne de 9 mm à une vitesse d'avancement de 100% on aura sur la dernière travée du pivot suivant le type d'arroseur utilisé les intensités pluviométriques suivantes :

Arroseur (Sprinkler) = 49 mm/h Rotators = 74 mm/h Spray = 150 mm/h

Sachant que les sols à texture sablonneuse ont une capacité d'infiltration de 50 à 70 mm/h, l'arroseur Rotator (voir fiche technique en annexe), peut représenter une solution intéressante aux problèmes d'adaptabilité des arroseurs aux conditions pedo-climatiques de ces régions sahariennes.

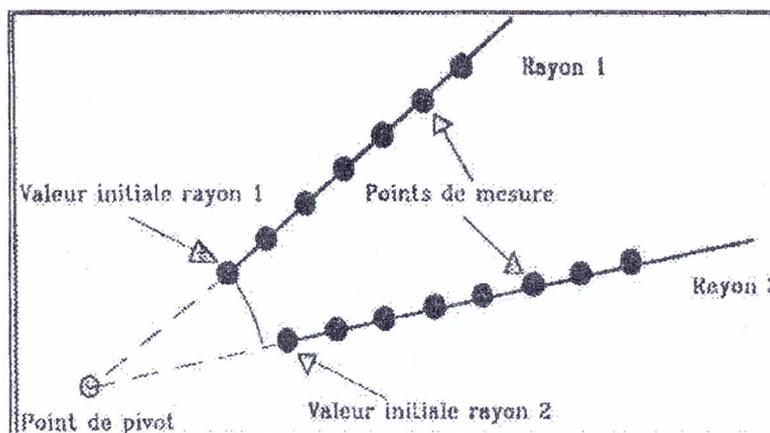
#### IV - Matériel et méthodes :

##### 4.1 – Phase 1 (Relevé de la pluviométrie) :

###### 4.1.1 – Mesure de la pluviométrie

Le protocole est basé sur une méthode normalisée éditée par le RNED HA (France) qui spécifie l'ensemble des opérations à effectuer et qui sont comme suit :

- ❖ On dispose de deux rangées de pluviomètres sur deux rayons à des écartements de 4 mètres et décalé sur un rayon par rapport à l'autre, comme illustré dans la figure N° 2 Ci-dessous.
- ❖ La mesure se fait à l'aide de pluviomètres de 15 cm de diamètre et d'une hauteur de 20 cm.
- ❖ La distance maximale entre les deux rayons est de 50 mètres.
- ❖ La vitesse d'avancement de la rampe est de 100% pour nous permettre de raccourcir le temps des mesures, étant donné que des études antérieures ont prouvé que la vitesse du pivot est sans effet sur la qualité de l'irrigation au sol. A la vitesse d'avancement de 100% on se rapproche des conditions réelles d'utilisation de la rampe.



**Figure N° 2 :** Schéma d'implantation des pluviomètres

#### 4.1.2 - Traitement des données :

On a procédé en deux phases, dans un premier temps on regroupera les données en une série unique, et dans un deuxième temps, on calculera la moyenne pondérée, on pourra ainsi définir trois classes de valeurs pluviométriques.

- Déficit pluviométrique : Surface recevant une dose inférieure à 80% de la moyenne.
- Pluviométrie normale : Surface recevant la dose moyenne à plus ou moins 20%
- Excès pluviométrique : Surface recevant plus de 120% de la dose moyenne

#### ❖ Calcul de la dose moyenne apporté par le pivot :

Chaque pluviomètre est représentatif de la surface arrosée croissante à partir de l'axe du pivot. La valeur mesurée par chaque pluviomètre sera pondérée par la surface représentée.

$$\bar{X} = \frac{\sum e_i \Gamma_i X_i}{\sum e_i \Gamma_i}$$

$e_i$  : l'écart entre les pluviomètres  $i - 1$  et  $i$

$\Gamma_i$  : la distance du pluviomètre au centre

$X_i$  : la pluviométrie recueillie dans le pluviomètre  $i$

#### ❖ Le coefficient d'uniformité (Cuh) :

C'est l'appréciation chiffrée de la courbe pluviométrique, dans le cadre de cette étude le coefficient d'uniformité utilisée est celui de Heermann et Hein, proposé en 1968 et qui convient parfaitement au pivot.

$$Cuh = 100 \times \left( 1 - \frac{\sum (e_i \Gamma_i |X_i - \bar{X}|)}{\sum (e_i \Gamma_i X_i)} \right)$$

#### 4.2 – Phase 2 (Correction de la pluviométrie) :

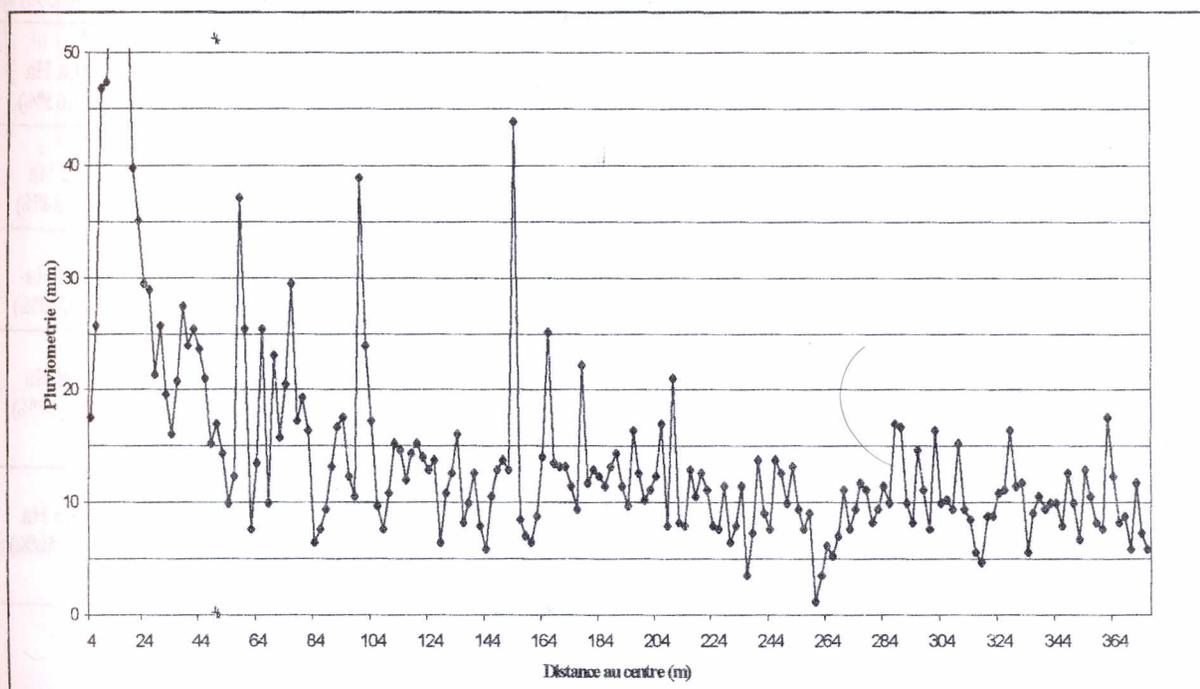
Cette phase 2 venant à la suite de la phase 1 a consisté à la correction du fonctionnement hydraulique d'un pivot (Pivot N°1 du GEP Moustakbel El Djanoub Sbaa). elle s'est déroulée comme suit :

- 1) - Estimation du coefficient de rugosité de la rampe, par l'utilisation du logiciel de simulation pour l'interprétation des données de fonctionnements mesurés sur la machine, dans notre cas le coefficient  $Chw = 130$
- 2) - Définition du point de fonctionnement optimum de la rampe  
Débit = 210 M<sup>3</sup>/h Pression = 2,3 Bars
- 3) - Calcul du plan de busage par logiciel.
- 4) - Mise en place d'un nouveau type d'arroseurs ROTATORS  
Suivant le plan de busage calculé.
- 5) - Relevé de la pluviométrie sous la rampe modifiée.

## 4.3 – Résultats et discussions :

### 4.3.1 - Etat actuel :

Un relevé type représentant l'évolution de la pluviométrie sous rampe pivotante dans la région d'Adrar est illustrée ci-dessous par la Figure N°3.



**Figure N° 3 :** Evolution de la pluviométrie sous pivot 3  
GEP Meraou Toufik Aougrout

Ce relevé pluviométrique nous indique que cette machine souffre d'un grave dysfonctionnement hydraulique, sur toutes les travées, caractérisé par un excès d'eau au niveau du centre du pivot et d'un déficit à partir de la 4ème travée. Ce dysfonctionnement est dû essentiellement à un busage incorrect, aggravé par des fuites sur travée et au niveau de la tours centrale.

Le tableau N° 1 récapitule l'ensemble des mesures effectués sur les six rampes durant la campagne agricole 98/99, ainsi sa lecture nous permet de constater ce qui suit:

- Une surface importante des pivots est sous irriguée, on l'a évalué en moyenne à 24% de la superficie totale irriguée du pivot.
- En contre partie un excès d'irrigation touche une proportion de l'ordre de 21 % de la surface totale irriguée, se localisant essentiellement au niveau des deux premières travées.
- Le coefficient d'uniformité moyen mesuré sur les six rampes pivotantes, est de l'ordre de 76,10 qui reste faible devant la norme qui préconise un seuil acceptable de l'ordre de 85.
- La pluviométrie moyenne des rampes est de l'ordre de 8,73 mm, ce qui reste correct pour la conduite d'un blé durant la période hivernale, mais risque de devenir insuffisant si l'on envisage des cultures d'été.

**Tableau N° 1 :**

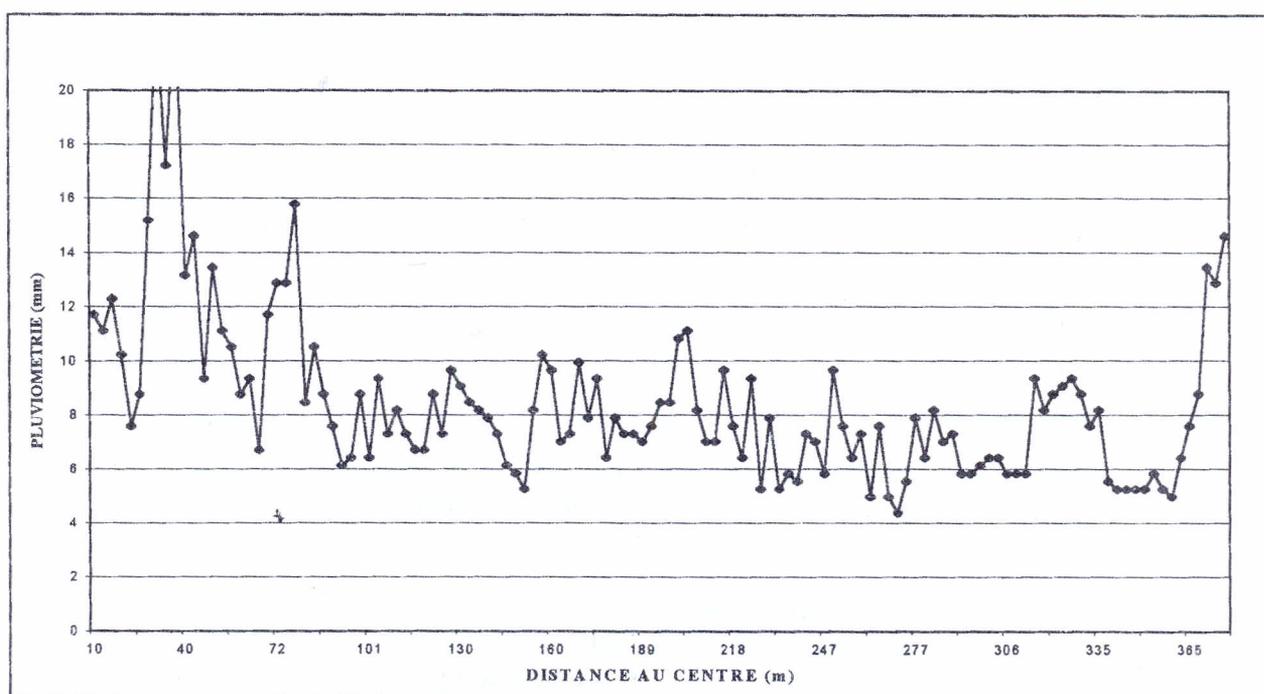
Résultats des diagnostics sur Pivot de la région d'Adrar  
durant campagne agricole 1998/1999

Désignation du Pivot	Cuh*	Pluviométrie moyenne (mm)	Surface Irriguée Ha	Surface recevant moins du 80% de la dose moyenne	Surface recevant la dose moyenne à plus ou moins 20% près	Surface recevant plus de 120% de la dose moyenne
GEP El Moustakbel Aougrout	71,99	8,51	27	6,3 Ha (23,63%)	14,3 Ha (52,72%)	6,4 Ha (23,65%)
GEP Meraou Toufik I Aougrout	76,69	7,91	48	12,8 Ha (26,88%)	24,2 Ha (50,47%)	10,8 Ha (22,65%)
GEP Meraou Toufik II Aougrout	74,87	7,52	40	10,8 Ha (27,00%)	20 Ha (50,16%)	9,2 Ha (22,84%)
GEP Meraou Toufik III Aougrout	69,41	11,28	45	14,8 Ha (32,95%)	21,3 Ha (47,27%)	8,9 Ha (19,79%)
GEP Moustakbel El Djanoub I Sbaa	77,69	7,69	45,4	13,8 Ha (30,33%)	22,8 Ha (50,30%)	8,8 Ha (19,37%)
GEP Moustakbel El Djanoub II Sbaa	81,71	9,58	45,8	9,3 Ha (20,23%)	29,9 Ha (65,27%)	6,6 Ha (14,50%)

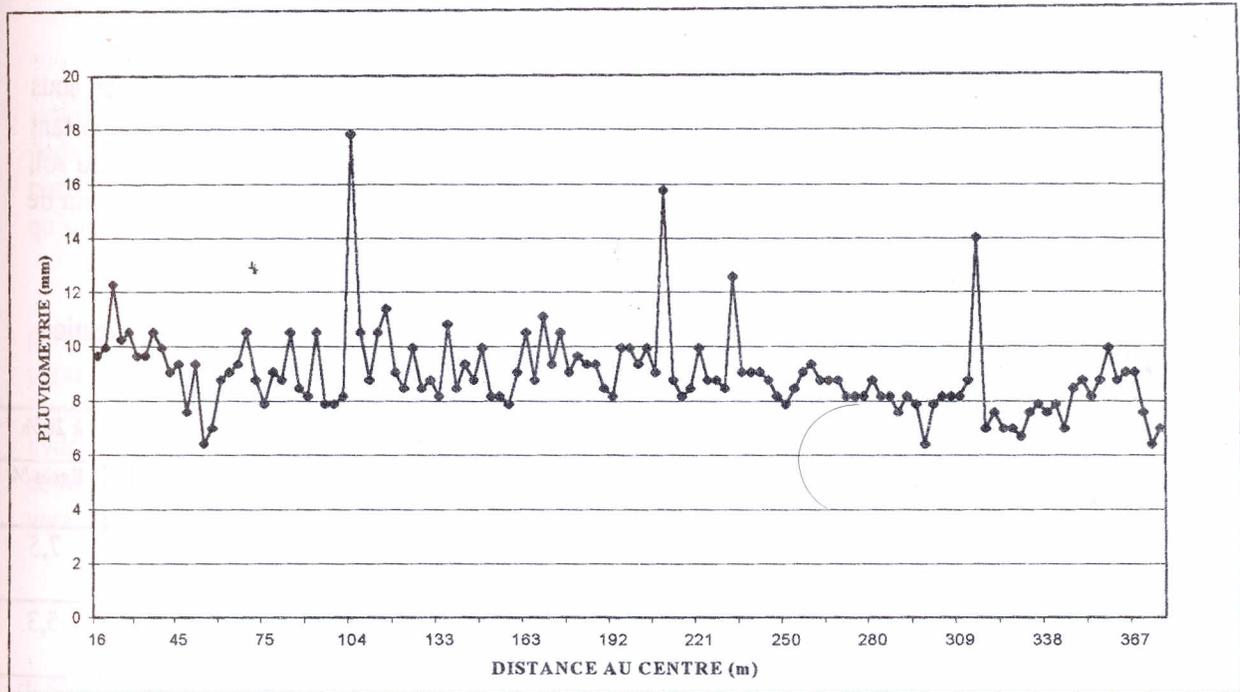
\* Coefficient d'uniformité Heermann et Hein

#### 4.3.2 – Correction :

Après la correction du plan de busage du pivot I du GEP Moustakbel El Djanoub suivant l'itinéraire précédemment décrit (cf. 4.2), et le changement des arroseurs de type Spray par un nouveau type appelé Rotator, Les relevées pluviométriques illustré par les figures 4a et 4b qui représentent la variation de la pluviométrie sous cette rampe avant et après correction, font apparaître une nette amélioration de la qualité de l'irrigation.



**Figure N° 4a :** Evolution de la pluviométrie sous pivot avant correction



**Figure N° 4b :** Evolution de la pluviométrie sous pivot après correction

Les résultats chiffrés relatifs à cet essai, sont consignés dans le tableau N° 2 qui fait ressortir ce qui suit<sup>4</sup>:

- Une nette amélioration du coefficient d'uniformité qui passe de la valeur de 77,69 à 89,11 et qui se rapproche ainsi de la valeur optimale d'utilisation de la rampe pivotante évaluée à 90.
- Un gain en pluviométrie de 1mm qui représente pour un pivot de 50 Ha un volume d'eau moyen de 500M<sup>3</sup>/J, ce gain est dû essentiellement à une amélioration du fonctionnement hydraulique du pivot, suite aux corrections apporté par le nouveau plan de busage.
- La surface sous irriguée du pivot est passé de 30,33% à la valeur réduite de 4,34%, ce qui est une très bonne performance, qui aura une incidence très significative sur le rendement global de la culture.
- On observe en outre sur le relevé Fig. 4b des pics pluviométriques sur certains pluviomètres, qui se trouvent positionné sur le parcours des tours mobiles ou il se produit une concentration de la pluviométrie par ruissellement sur la charpente.

**Tableau N° 2 :** <sup>4</sup> Récapitulatif des relevées pluviométriques sur le Pivot I Du GEP Moustakbel El Djanoub Sbaa Adrar

Désignation du Pivot	Cuh*	Pluviométrie moyenne (mm)	Surface Irriguée Ha	Surface recevant moins du 80% de la dose moyenne	Surface recevant la dose moyenne à plus ou moins 20% près	Surface recevant plus de 120% de la dose moyenne
Busage Spray D'origine	77,69	7,69	45,4	13,8 Ha (30,33%)	22,8 Ha (50,30%)	8,8 Ha (19,37%)
Busage de type Rotators Dimensionné par simulation	89,11	8,73	45,4	1,9 Ha (4,34%)	39,4 Ha (86,72%)	4,1 Ha (8,94%)

\* Coefficient d'uniformité Heermann et Hein

L'évaluation de la pertes en eau due uniquement à l'hétérogénéité de sa répartition sous les rampes pivotantes, est résumée par le Tableau N° 3, qui fait ressortir un important gaspillage d'eau évalué à 6,25 % en moyenne du volume global collecté à la surface du sol, et cela pour un seuil de tolérance admis de la pluviométrie de 20%. La correction du plan de busage, nous à permis de la réduire de 70%.

**Tableau N° 3 :** Tableau récapitulatif des pertes en eau/jour suite aux excès d'irrigation Due a la mauvaise uniformité de l'application

Référence	Pluviométrie moyenne (mm)	Cuh	Surface totale Ha	Tolérance à 10%		Tolérance à 20%	
				Excès M3	Excès %	Excès M3	Excès %
GEP El Moustakbel Aougrou	8,51	71,99	27	233	10,2	173	7,5
GEP Meraou Toufik I Aougrou	7,91	76,69	48	295	7,8	199	5,3
GEP Meraou Toufik II Aougrou	7,52	74,87	40	273	9,0	194	6,4
GEP Meraou Toufik III Aougrou	11,28	69,41	45	599	11,9	478	9,5
GEP Moustakbel El Djanoub I Sbaa	7,69	77,69	45,4	265	7,7	185	5,4
GEP Moustakbel El Djanoub II Sbaa	9,58	81,71	45,8	228	5,2	151	3,4
GEP Moustakbel El Djanoub I Sbaa (corrigée)	8,73	89,11	45,4	116	3,0	71	1,8

A l'heure actuelle, la perte moyenne en eau due uniquement à hétérogénéité de l'irrigation sous les rampes pivotantes au niveau des périmètres irrigué du grand sud avoisines les 280M<sup>3</sup>/J de fonctionnement d'un pivot d'une superficie de 50 Ha, ce qui représente un important gaspillage en eau sur une campagne agricole, vue le nombre annuel d'heures d'utilisation d'un pivot, on estime que pour une région comme Adrar qui exploite en moyenne une superficie de 4000 Ha par ans de céréales, ces pertes en eau avoisinent les 4,5 Millions de mètres cubes par ans.

Cette première introduction de l'arroseur Rotator sur une rampe (voir fiche technique en annexe) en milieu saharien, caractérisé par des vents fréquents et une ETP élevé, nous à permis ainsi d'améliorer la résistance du jet d'eau à l'effet dispersif du vent, de réduire le phénomène de ruissellement sur les travées extrêmes. Il a en outre présenté une très bonne adaptabilité aux conditions générales de son utilisation.

## **V - CONCLUSION :**

Il apparaît clairement à la suite de cette étude que les rampes pivotantes installées dans le grand sud algériens souffrent d'un dysfonctionnement au niveau de leur répartition en eau, qui influe directement sur le niveau des rendements en céréales. En outre on constate un excès d'eau sur certaines parties des rampes, entraînant un gaspillage important de cette ressource précieuse et non renouvelable.

La correction de l'uniformité de l'irrigation à l'aide d'outils informatiques de simulation, ainsi que l'introduction de nouvelles technologies mieux adaptées aux conditions pedo-climatiques de ces régions a donné des résultats très significatifs, à savoir l'amélioration notable de l'uniformité de l'irrigation, l'augmentation du débit moyen de la rampe, ainsi qu'une diminution très importante des pertes en eau.

Cependant il est urgent d'engager dans l'immédiat des études sérieuses sur les autres paramètres intrinsèques à la machine liés directement la qualité de l'irrigation, et aux paramètres extrinsèques liés essentiellement au climat, sol et plante. La maîtrise de l'ensemble de ces paramètres, nous permettra d'optimiser l'utilisation de la ressource hydrique du sous-sol saharien, qui reste un élément vital pour le développement durable de cette agriculture, ainsi que l'amélioration de la rentabilité des exploitations céréalières, seul garant de leur pérennité.

### Références bibliographiques :

- Anonyme** : Aide mémoire Pivots et Rampes Irrifrance
- Anonyme** : Pivotal Time (Nelson 3000 series pivot product)  
Vol 3 Issue 2 Nelson corporation Winter 1997
- Anonyme** : « Mode d'emploi de la fiche diagnostic du fonctionnement d'un pivot ou d'une rampe frontale au champ », Cemagref mars 1993
- Anonyme** : Synthèse de deux années de diagnostics sur des rampes pivotantes de grand diamètre, CEMAGREF-SFA 1993
- B Bremond, B Molle**, « caractérisation de la pluviométrie sous pivots  
Influence du protocole de mesures », Cemagref Bordeaux 1993
- A Boulassel, B Mouhouche, H Matallah**, « optimisation de l'irrigation sous pivot dans le sud algérien cas de gassi touill » Séminaire sur l'utilisation rationnelle des ressources hydriques dans les zones arides du 07 au 09 avril 1997
- Collectif** : Le Pivot , RNED HA 1995
- J.H Durand** : Les Sols Irrigables, édition P.U.F. 1983
- FAO** : Bulletin d'irrigation et de drainage N° 35 « La mécanisation de l'irrigation par aspersion »
- D Hillel** : L'eau et le Sol, principes et processus physiques Ed Cabay 1984
- B Mouhouche, R Sioussiou**, « caractérisation de l'irrigation sous pivot en région aride cas de guerrara W Ghardaia » Thèse ing ENP El Harrach 1994

# DIMENSIONNEMENT D'UNE RAMPE DE MICROIRRIGATION

## A DEBIT CONSTANT

ZELLA lakhdar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Enseignant, Institut d'Agronomie, Université de BLIDA

et centre de recherche scientifique et technique sur les régions arides .

### RESUME

Le calcul d'une rampe de microirrigation permet de comprendre les difficultés que rencontrent les ingénieurs dans le dimensionnement des réseaux de microirrigation ainsi que l'importance agronomique et économique de tel calcul.

La méthode que nous proposons permet, avec les simplifications et les approximations prises, un premier niveau de compréhension du calcul hydraulique de la rampe. Connaissant le débit de projet exigé comme besoin d'une demande maximale de la culture, il est facile et rapide de répartir ce débit de manière satisfaisante en fixant le coefficient d'uniformité désiré à l'avance. Cette répartition facilite le choix des dimensions optimales qui répondent à ces normes.

Un calcul de plus en plus rigoureux, outre qu'il offre une meilleure répartition de débits des goutteurs autour de la valeur de projet, il indique aussi la valeur de la pression à fournir en tête de la rampe.

**MOTS CLES :** rampe, goutteur, débit, pression, uniformité, variation hydraulique, modèle, dimensionnement.

### SUMMARY

The calculation of microirrigation lateral permits to understand difficulties that meet engineers in the design of microirrigation networks as well as the agronomic and economic importance of such calculation.

The method that we propose with some simplifications and approximations gives a first level of the hydraulic calculation for lateral design. Knowing the flow rate project required by culture, it's easy and fast to distribute this flow of satisfactory manner while fixing the coefficient of uniformity wanted in advance. This distribution gives the optimal measurements choice that ansers to these norms.

A rigorous calculation offers a better distribution of emitters flow around the value of project, it indicates as the value of the pressure to provide in head of lateral.

**KEY WORDS :** microirrigation, discharge emitter, pression, uniformity, hydraulic variation, model, design.

## INTRODUCTION

Les systèmes d'irrigation ont pour objectif commun l'assurance d'une meilleure répartition de l'eau au niveau du périmètre irrigué et ceci dans le but d'améliorer les rendements agricoles.

Une meilleure répartition signifie une bonne uniformité (une certaine constance) de distribution de l'eau et des éléments fertilisants pour les cultures selon l'échelle spatiale et temporelle.

C'est donc, cette uniformité qui traduit l'efficacité du système d'arrosage et détermine la rentabilité économique de l'opération d'irrigation. Il est en outre, établi que les surfaces sur-irriguées ou sous-irriguées augmentent avec la non uniformité de répartition de l'eau par le système d'irrigation.

La microirrigation (mi) est par définition un système qui se distingue des autres par une plus large et précise répartition de l'eau pour les cultures aux lieux et temps opportuns.

En effet, la mi se caractérise par un apport d'eau localisé au niveau de la partie utile du sol, de ce fait, la superficie totale cultivée n'est humidifiée qu'à 10-15% et le volume occupé par les racines à 30-40% (Feyen, 1986).

C'est au pied de chaque plante que l'eau et les éléments fertilisants sont délivrés par un orifice calibré, émetteur, ou distributeur placé sur les rampes composant le réseau.

La répartition idéale de l'eau par l'ensemble des goutteurs du réseau suppose un apport constant pour chaque goutteur, ce qui signifie une uniformité de distribution de 100%.

Cette supposition vers laquelle convergent les méthodes de calcul, ne peut être réalisée dans la pratique pour plusieurs raisons :

-La fabrication des goutteurs en usine est à l'origine de différences dimensionnelles provoquant des variations parmi les débits d'un modèle de goutteur. Ce type de variation est apprécié par le coefficient de variation de fabrication (cvf), les faibles valeurs de ce coefficient traduisent une homogénéité technologique des goutteurs. Par ailleurs, il a été démontré que ces anomalies manufacturières sont distribuées parmi les goutteurs selon une loi normale (Bralts et Kesner, 1983).

-Le long d'une rampe munie de goutteurs, le débit diminue après chaque sortie d'eau provoquant une chute ponctuelle de pression de l'extrémité amont à l'extrémité aval.

-Lors de l'écoulement de l'eau dans la rampe, il se produit des pertes de charge par friction dépendant des dimensions de la conduite, de la rugosité de ses parois internes et des caractéristiques de l'écoulement (régime et température). Ces pertes de charge sont linéaires et réparties sur toute la longueur.

-Les variations affectant l'écoulement sont dues aussi à l'alignement des rampes selon une ligne droite ou sinueuse ou selon une pente uniforme ou variable du terrain. La section de la rampe peut également varier et modifier les caractéristiques de l'écoulement.

-Le processus progressif ou rapide du bouchage, lié à la qualité et à la température de l'eau, se manifeste dans la rampe et au niveau des sorties d'eau et influence les débits des goutteurs et par conséquent l'uniformité de distribution.

Une étude globale, tenant compte de toutes ces sources de variation, permettra d'approcher la réalité de la distribution des débits sur le terrain. Néanmoins, une telle approche est délicate en raison du nombre important de paramètres d'influence et des modèles de calcul assez complets et compliqués qu'elle exige.

Plusieurs auteurs ont essayé de prendre en considération ses paramètres de variation et minimiser ainsi les erreurs de calcul lors du dimensionnement.

Christiansen (1942) en étudiant les rampes d'aspersion, détermine les pertes de charge d'une rampe à sorties multiples à l'aide de l'équation de Hazen et William en évaluant d'abord la perte de charge d'une rampe sans sorties d'eau puis en affectant le résultat obtenu

par un coefficient de réduction fonction du nombre d'arroseurs. Cette technique a été longtemps utilisée pour le dimensionnement des rampes d'aspersion et de mI. Le régime d'écoulement est considéré turbulent sur toute la rampe.

Wu et Gitlin (1973) estiment que le calcul des pertes de charge ne suffit pas pour le choix du diamètre optimal mais que chaque dimensionnement nécessite une étude particulière de la ligne d'énergie le long de la rampe de mI. C'est également la technique de Jobling (1974) en associant la notion du débit linéaire ou débit par unité de longueur.

Des techniques graphiques (polyplot) ont été élaborées sur la base de schémas simplifiés en combinant les méthodes analytiques, numériques et empiriques et qui continuent à être utilisées pour le dimensionnement des réseaux de mI.

Wu et Gitlin (1975) ont développé des modèles basés sur le débit moyen en subdivisant la rampe en trois ou quatre sections différentes.

Keller et Karmeli (1974) ont déterminé un modèle permettant de connaître la pression en n'importe quel point sur la rampe pour une large gamme d'exposants  $x$  de l'émetteur.

Des modèles de calcul de plus en plus performants sont établis par les chercheurs, Wu et Fangmeier (1974), Perold (1977) ont utilisé les techniques itératives basées sur la méthode de back-step. Bralts et Segerlind (1985) ont utilisé la méthode des éléments finis pour analyser les phénomènes hydrauliques et augmenter la précision de calcul en tenant compte de la variation du débit le long de la rampe.

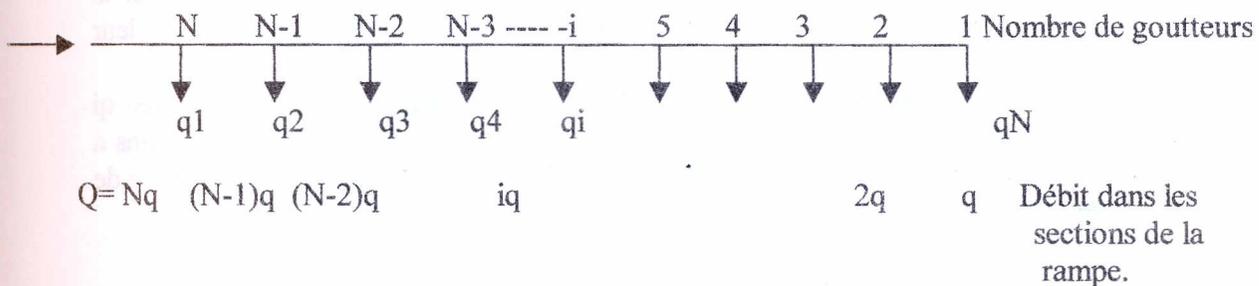
Dans l'étude que nous proposons, la situation réelle avec ses considérations multiples est simplifiée en supposant une rampe horizontale (pente nulle), ayant un diamètre constant, munie de goutteurs identiques et équidistants. Le débit variable en fonction de la pression de service est considéré 'constant', de même, est supposé invariable la température de l'eau et inexistant le phénomène de bouchage.

Dans une telle situation, la variation du débit des goutteurs est causée par les fluctuations de la pression le long de la rampe, nommée variation hydraulique, essentiellement due aux pertes de charge dans la rampe et tout le réseau. Pour des longueurs et des diamètres fixés, la méthode que nous proposons permet le calcul de la distribution des pressions et donc des débits le long de la rampe avec un certain niveau de précision.

## DEVELOPPEMENT THEORIQUE

Considérons le schéma d'une rampe de mI, de longueur  $L_r$  munie de  $N$  goutteurs identiques et espacés de  $\Delta l_r = L_r/N$  délivrant le même débit  $q$ .

Fig.1-Schéma d'une rampe de microirrigation.



Le débit du goutteur est donné par la relation semi-empirique (1).

$$q_0 = KH_0^x \quad (1)$$

où  $K$  est une constante expérimentale évaluant les dimensions de l'orifice de sortie d'eau.  $x$  est une valeur déterminée empiriquement en fonction du type d'écoulement dans le goutteur.

$K$  et  $x$  obéissant à certaines normes sont délivrés par le fabricant du goutteur. Le débit  $q_0$  est délivré par le goutteur à la pression  $H_0$ .

Le débit qui transite par le premier tronçon amont de la rampe est  $Q=Nq_{\text{bar}}$  et celui du dernier tronçon est  $q_0$ . Pour n'importe quel tronçon, le débit véhiculé sera exprimé par la relation (2).

$$Q_i(i) = q_0(N - i + 1) \quad (2)$$

La vitesse moyenne de l'eau dans le tronçon  $i$  est donnée par,

$$Vi(i) = \frac{4Q_i(i)}{\pi D_r^2} \quad (3)$$

le régime d'écoulement est apprécié par le nombre de Reynolds,

$$Rei(i) = \frac{Vi(i)D_r}{\gamma} \quad (4)$$

si  $Re > 2300$ , le régime est turbulent et le coefficient de perte de charge  $\lambda$  est déterminé par la relation (5) de Blasius.

$$\lambda(i) = 0,3164Rei(i)^{-0,25} \quad (5)$$

Si le  $Re < 2300$ , le régime est laminaire et le coefficient est déterminé par la relation de

$$\lambda(i) = 64Rei(i)^{-1} \quad (6)$$

La perte de charge linéaire dans le tronçon  $i$  est définie par la relation de Darcy-Weisbach,

$$\Delta H_r(i) = \lambda \frac{\Delta l_r}{D_r} \frac{Vi(i)^2}{2g} \quad (7)$$

cette perte de charge est calculée avec l'hypothèse d'un débit des goutteurs  $q_i$  constant dans une première approximation, alors qu'en réalité  $q_i$  est une variable de  $H^x$ , elle même dépendante de la perte de charge  $\Delta H_r(i)$  dans les tronçons de la rampe. Le débit  $q_i$  et la pression  $H_i$  dans la rampe sont deux variables interdépendantes d'où la complexité de leur estimation simultanée.

Dans cette étude la perte de charge est calculée en première approximation avec  $q_i$  constant mais les débits des goutteurs sont réévalués en considérant les nouvelles pressions à partir de la pression du dernier goutteur  $H_0$  à laquelle est ajoutée à chaque tronçon la perte de charge par la relation (8).

$$QGi(i) = K [H_0 + (\Delta H_{rtot} - \Delta H_{ri}(i))]^x \quad (8)$$

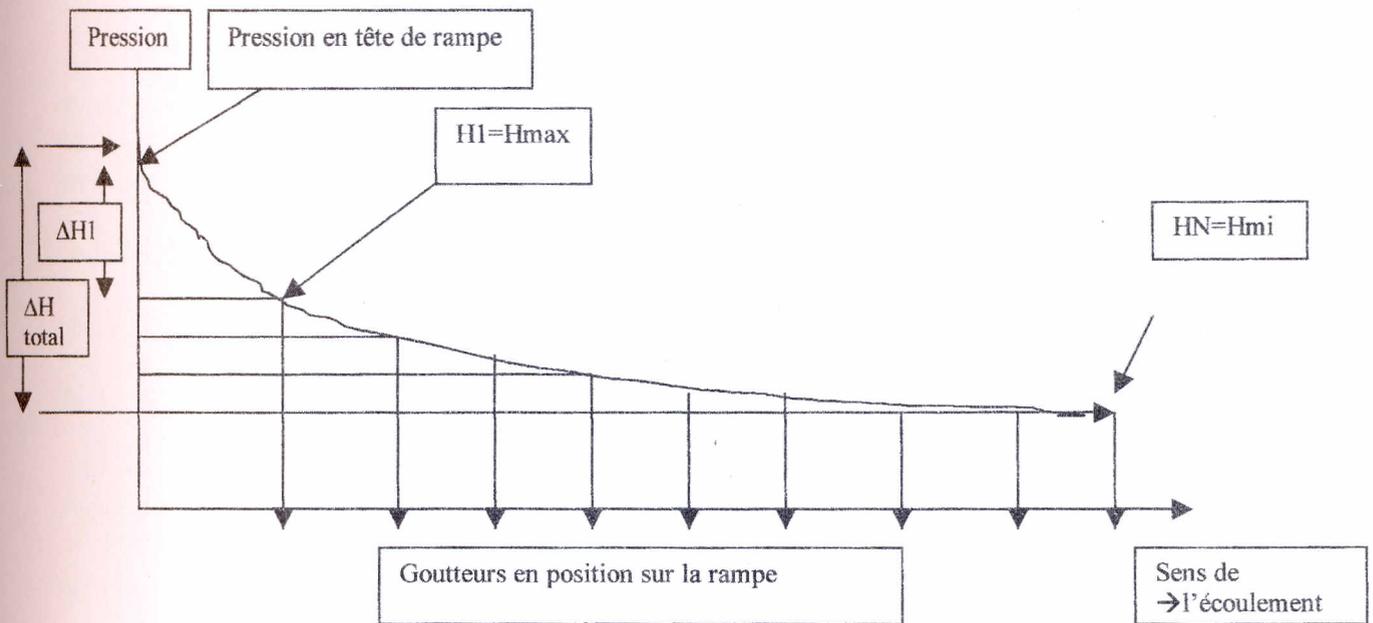


Fig.2 - Répartition schématique de la pression et la perte de charge sur la rampe.

Le graphique fig.2 montre la position des paramètres de l'équation (8) et en particuliers  $H_i$ .

Un programme de calcul en fortran a été établi pour effectuer ces étapes de calcul en déterminant un ensemble de paramètres comme la distribution de la pression et des débits des goutteurs le long de la rampe. Aussi, sont calculés  $H_{max}$  et  $q_{max}$  respectivement la pression et le débit au niveau du premier goutteur,  $H_{bar}$  et  $q_{bar}$  indiquant la pression et le débit moyen.

La variation de la pression et du débit le long de la rampe  $\Delta H$  et  $\Delta q$ , la variation relative de la pression et du débit  $H_{var}$  et  $q_{var}$ , la vitesse à l'extrémité amont et avale de la rampe, le débit à l'entrée de la rampe et le coefficient d'uniformité .

$$q_{bar} = \sum q_i / N \quad (9)$$

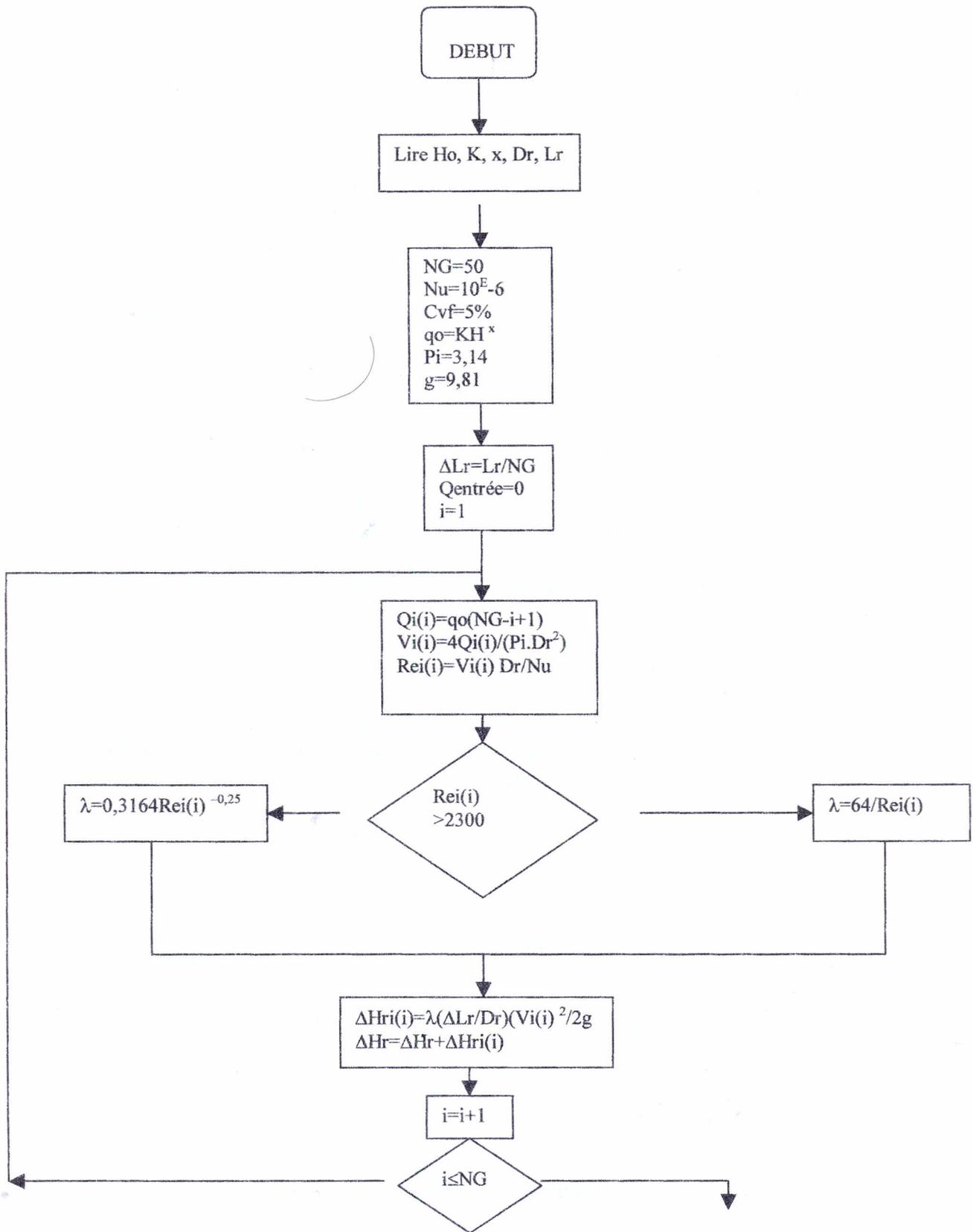
$$q_{var} = 100(q_{max} - q_{min}) / q_{max} \quad (10)$$

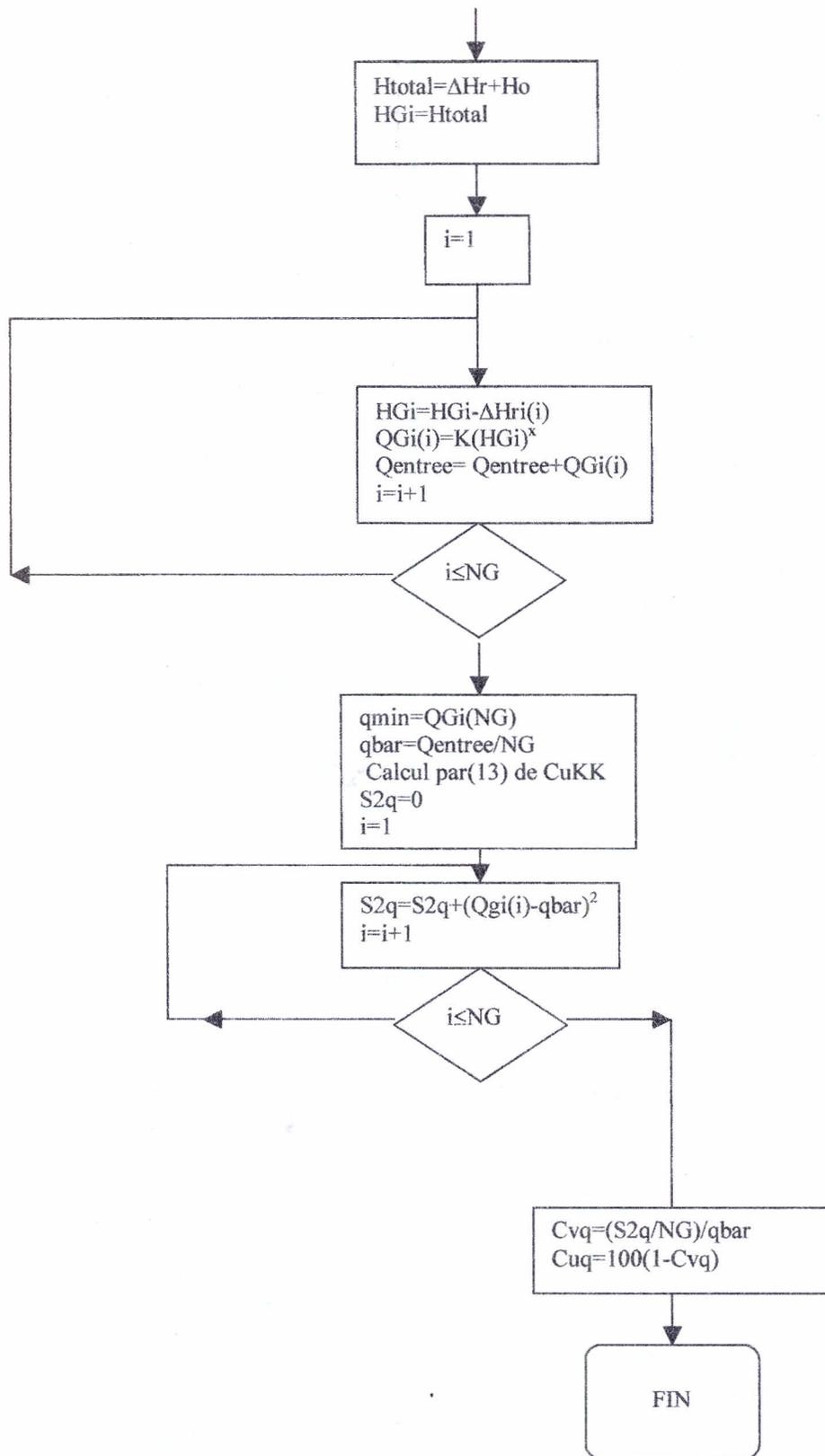
$$\Delta q = q_{max} - q_{min} \quad (11)$$

$$CU = 100(1 - cvq) \quad (12)$$

$$CU_{kk} = [1 - 1,27cvf(q_{min} / q_{bar})] 100 \quad (13)$$

# Organigramme du programme



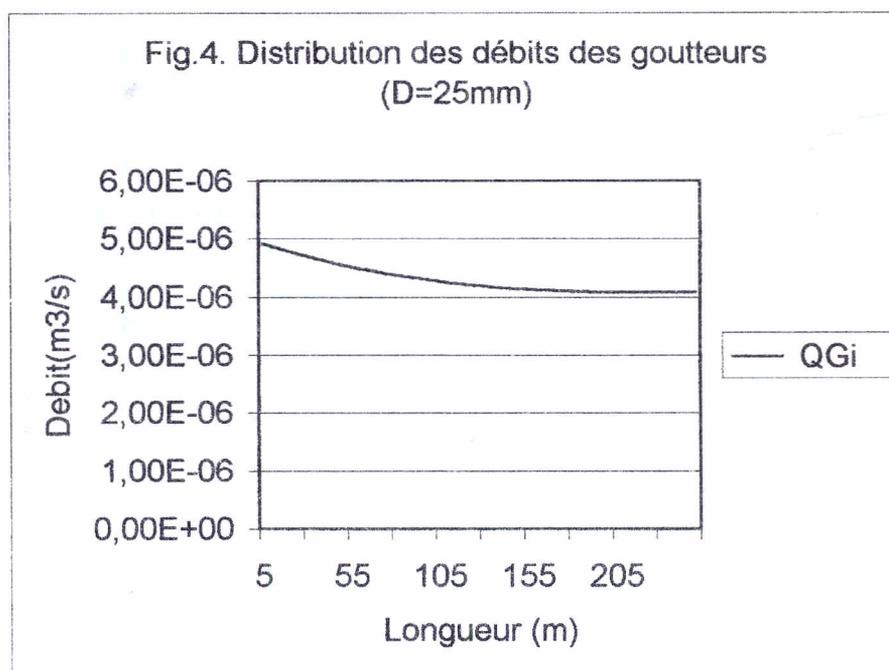
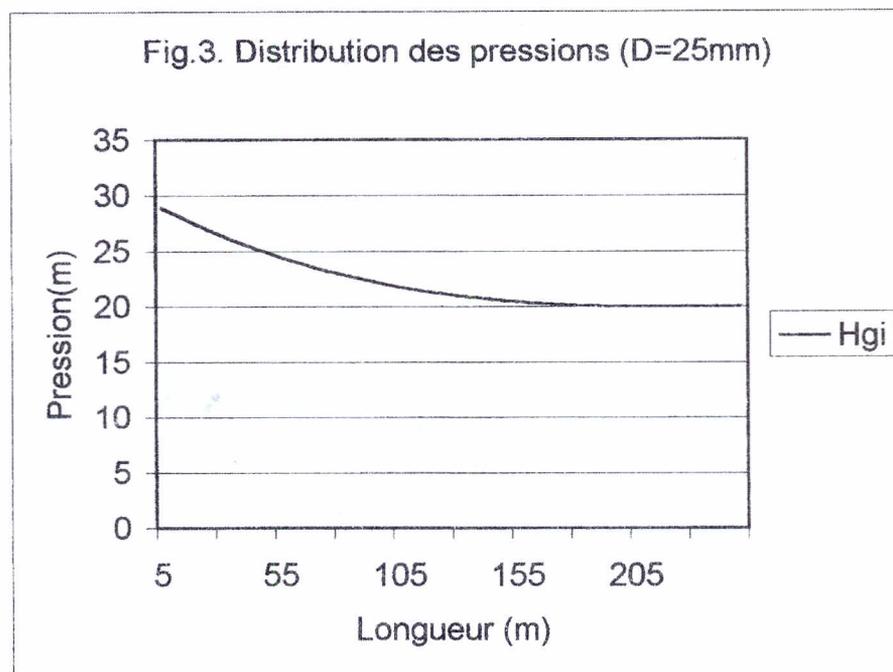


## RESULTATS ET DISCUSSION

### Application

Soit une rampe de longueur fixée à 250m munie de goutteurs espacés de 5m. Le débit nominatif du goutteur est  $q_0=14,71 \text{ l/h}$  obtenu à une pression  $H_0=20\text{m}$ .  $q_0=KH_0^x$  avec  $K=9,14 \cdot 10^{-7}$ ,  $x=0,5$  et le coefficient de viscosité cinématique  $\gamma=10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $Cvf=5\%$

En fixant  $H_{min}=H_0$  garantissant un débit égale à  $14,71 \text{ l/h}$  à l'extrémité avale de la rampe, on détermine les paramètres hydrauliques cités plus haut.



Ces deux graphiques ( fig.3 et 4 ) montrent la distribution de la pression et sa régression de l'amont à l'aval de la rampe de 30mm de diamètre. Cette régression est due uniquement à la variation hydraulique induite par la perte de débit à chaque sortie d'eau ajoutée de la perte de charge par frottement répartie le long de la rampe.

Le graphique (fig.3) permet de lire la pression en tête de rampe  $H_{max}=23,57m$  et vérifier ainsi la pression imposée à l'autre extrémité, soit  $H_{min}=20m$ .

La répartition du débit et de la pression pour d'autres valeurs de diamètres est obtenue par le programme de calcul en suivant la même procédure suite à laquelle, on aboutit aux résultats regroupés au tableau 1. La perte de pression entre le premier goutteur et le dernier est de 3,57m alors qu'elle est de 3,79m d'une extrémité à une autre.

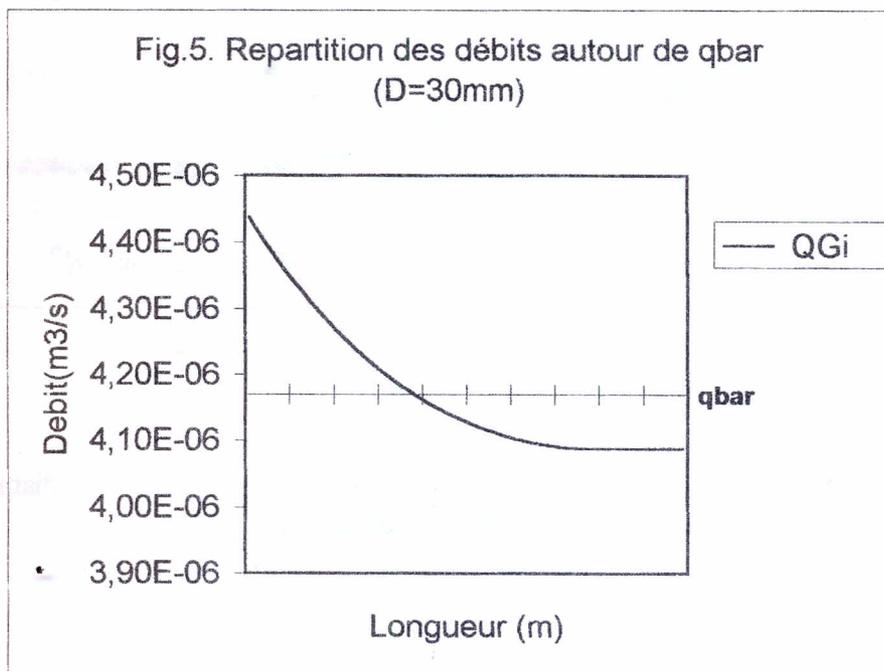
La répartition du débit est donnée par le graphique fig.4 où les débits des 50 goutteurs sont représentés, en particulier le débit du premier goutteur  $q_{max}=23,57 l/h$  provoqué par  $H_{max}$  et celui du dernier goutteur fixé au départ à  $q_{min}=14,71 l/h$ .

La variation sur toute la rampe est de  $\Delta q=1,26 l/h$  représentant un taux de 7,88% par rapport à  $q_{min}$ . La variation correspondante de la pression est de  $\Delta H=15,14\%$ .

Ces taux de variation, de pression et de débit sont à comparer avec les limites imposées par un dimensionnement acceptable et rentable à savoir une variation inférieure à 20% pour la pression et 10% pour le débit, ce qui a permis de justifier notre choix pour un diamètre de  $D=30mm$ .

Le débit à l'entrée de la rampe  $Q=V_{max} \cdot (\pi D^2/4)$  vérifié par  $Q=N \cdot q_{bar}$  est estimé dans ce cas à 751,5 l/h entrant dans la rampe avec une vitesse de 0,289m/s alors qu'à l'autre extrémité avale le débit est  $q_N=14,71 l/h$  avec une vitesse très faible de 5,785 mm/s.

En fixant le débit de projet à  $q_{bar}$ , égal dans cet exemple à 15,03 l/h, on arrive à évaluer la répartition des débits de part et d'autre de cette valeur sur la rampe ( fig.5). On s'arrange pour que ce débit soit le plus proche du milieu de la rampe afin d'obtenir une meilleure uniformité de distribution autour de cette valeur de projet. On remarque sur le graphique que la variation du débit est de plus en plus élevée vers l'extrémité amont. Plus cette variation est minime, plus l'homogénéité des débits des goutteurs est acceptable.



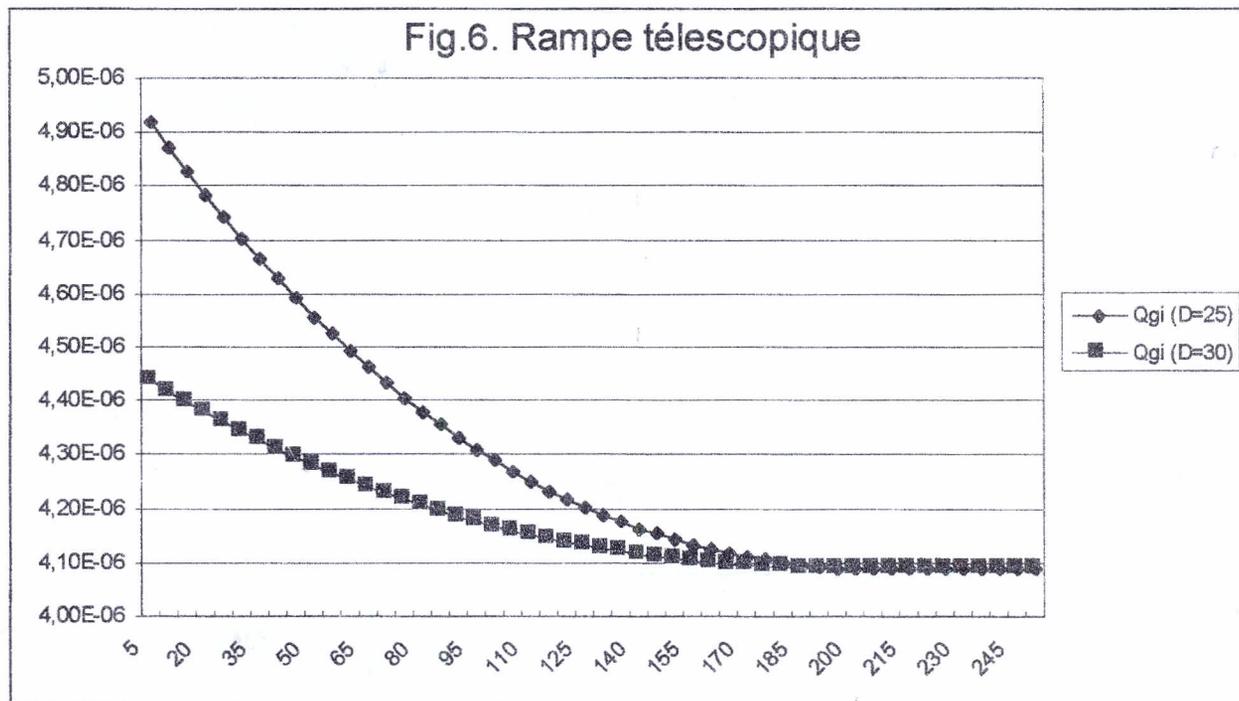
Le coefficient d'uniformité qui constitue un critère fondamental et déterminant pour la satisfaction des besoins en eau des plantes, de manière équitable, au coût le moins cher des installations, est évalué de deux manières.

La première donne une estimation statistique calculée sur la base du débit moyen  $Q_{moy.} = \sum Q_{gi} / N$ , la valeur de 97,51% indique que le même pourcentage en goutteurs sur la rampe a un débit dont la valeur ne dépasse pas une variation de 7,88% par rapport à  $Q_{moy.}$

L'autre coefficient est celui proposé par Keller et Karmeli ( 1974 ) évaluant l'uniformité en tenant compte de la variation technologique  $C_{vf}$ , il est estimé dans notre cas par la relation(13) à 93,71%.

Certains auteurs, préconisent la combinaison de deux ou plusieurs diamètres pour la même rampe grâce à la superposition des courbes de débit relatives à chaque diamètre. La rampe télescopique (fig. 6) est une rampe moins coûteuse que la première, car elle associe un segment de longueur 200m et de 30mm de diamètre, en début de rampe, exigeant moins de pression et un segment de longueur 150m de 25 mm de diamètre .

Dans la pratique, cette association est souvent évitée.



La même démarche de calcul est suivie pour les différentes valeurs du diamètre, suite à laquelle on aboutit aux résultats regroupés au tableau1.

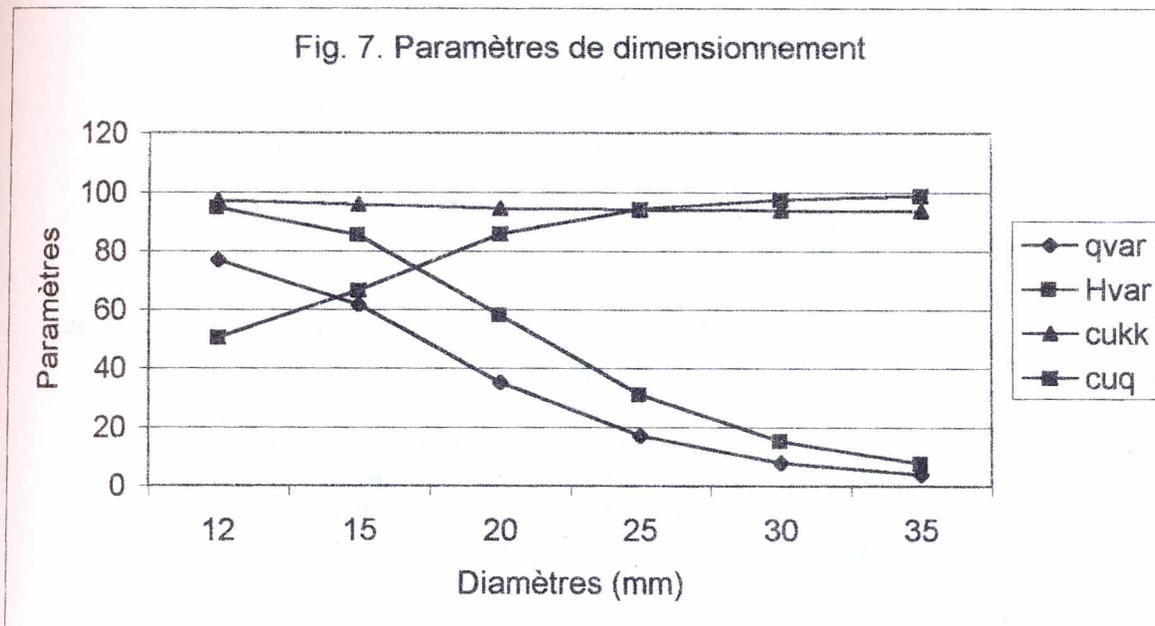
Di (mm)	qmax (l/h)	Hmax (m)	qbar (l/h)	Hbar (m)	qmin (l/h)	Hmin (m)	delta_q (l)
12	63,69	374,74	31,05	89,1	14,71	20	48,98
15	38,39	136,15	22,01	44,75	14,71	20	23,68
20	22,67	47,49	16,92	26,47	14,71	20	7,96
25	17,7	28,95	15,49	22,17	14,71	20	2,99
30	15,97	23,57	15,03	20,86	14,71	20	1,26
35	15,3	21,63	14,85	20,38	14,71	20	0,45

Di (mm)	delta_H (m)	qvar (%)	Hvar (%)	cukk (%)	cuq (%)	Qentree (l/h)	Ventree (m/s)	Vsortie (m/s)
12	354,74	76,9	94,6	96,99	50,32	1552,9	1,8	3,60E-03
15	116,15	61,68	85,3	95,75	66,52	1100,6	1,15	2,30E-02
20	27,49	35,11	57,88	94,48	85,74	846,4	0,65	1,30E-02
25	8,95	16,98	30,91	93,96	94,24	774,7	0,41	8,30E-03
30	3,57	7,88	15,14	93,78	97,51	751,3	0,28	5,70E-03
35	1,63	3,85	7,53	93,71	98,82	742,6	0,21	4,20E-03

Tableau 1- Tableau récapitulatif des paramètres hydrauliques.

Les valeurs du tableau 1 donnent la possibilité de choisir les dimensions qui répondent aux normes recommandées de vitesse, de pression, de débit, de variation de débit, de variation de pression et d'uniformité.

Les paramètres qui ont constitué nos critères de dimensionnement sont regroupés dans la figure 7, justifiant et facilitant le choix de la solution pour n'importe quel diamètre ou quelle longueur d'une rampe de ml. Car la procédure utilisée pour une longueur fixe et un diamètre variable est la même pour une longueur variable et un diamètre fixe.



## CONCLUSION

La démarche et le mode de calcul présentés dans cet article et qui constituent une toute première étape de l'intérêt que nous portons au calcul hydraulique des rampes de microirrigation, repose sur de nombreuses hypothèses simplificatrices. Il advient, par conséquent, que les résultats présentés sont une première approximation du dimensionnement des rampes de microirrigation qu'il faille affiner pour pouvoir prétendre projeter un réseau d'irrigation rentable. Ce sera l'objectif de notre prochain article en espérant améliorer la précision mais aussi, généraliser la méthode aux réseaux.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Feyen J., J. Leliaert, M.Badji, 1986 -Traité pratique de l'irrigation sous pression.  
A.G.C.D/ A.B.O.S., K.U., Leuven, 231p.
- Bralts V.F., C.D. Kesner, 1983 - Drip irrigation field uniformity estimation.  
Transactions ASAE, 26 (5) : 1369-1374.
- Christiansen J.E., 1945 - Irrigation by sprinkling.Univ.of calif.,agri.,exp.,sta.,bul.,670, 124.
- Wu I.P., H.M.Gitlin, 1973 - Hydraulics and uniformity for drip irrigation.  
J.irrig.and drain.,ASCE , 99(3) :157-169.
- Jobling G., 1974 -Trickle irrigation design. Manual, New-Zealand,  
agric.eng.inst.miscellaneous, publ.6,7,68p.
- Wu I.P., H.M.Gitlin, 1975 – Energy gradient line for drip irrigation lateral. J. Irrig. and  
Drain. Transactions ASCE, 101(4) :323-326.
- Keller J.L., D. Karmeli, 1974 -Trickle irrigation design parameters.  
Transactions ASAE, 17(4) : 678-684.
- Wu I.P., D.D. Fangmeier, 1974 - Hydraulic design of twin chamber trickle irrigation laterals,  
Techni.bul.agric.exp.station univer.of Arizona, n°216
- BraltsV.F., Segerlind, 1985 – Finite element analysis of drip irrigation submain units.  
Transactions A.S.A.E. 28(3) :809-814.
- Perold P.R., 1977 –Design of irrigation pipe laterals with multiple outlets. J. Irrig.  
and drain. ASCE.103(IR2) :172-193.

# POSTERS

# La réponse métabolique de la tomate industrielle (*Lycopersicon esculentum* Mill. ) au choc salin, cultivée dans un sol sableux mélangé à la bentonite.

ARBAOUI M.<sup>1</sup>, BENKHELIFA M.<sup>1</sup> et BELKHODJA M.<sup>2</sup>

1- Département d'Agronomie. Faculté des Sciences et de l'Ingénieur. Université de Mostaganem., Algérie.

2- Laboratoire de Physiologie végétale. Université de Sénia. Oran.

*Chercheurs associés CRSTRA.*

## Résumé.

Le problème posé par la salinité à la production de la tomate industrielle en Algérie, nous amène à étudier ses réactions au sel. Ces réponses nous permettent de s'orienter vers les perspectives d'amélioration de cette espèce. Le matériel végétal utilisé dans notre expérimentation est une variété de tomate (hybride F1) destinée pour la transformation. Ce matériel est soumis à l'action de concentrations croissantes de 100 et 300 meq.l<sup>-1</sup> de NaCl+CaCl<sub>2</sub>; Cultivé dans deux types de substrats, sable et sable mélangé à la bentonite.

Une analyse métabolique a porté sur l'évolution de la proline, acide aminé indicateur de la résistance aux stress dans les organes (feuilles, tiges, racines), après deux applications du stress salin, à deux stades différents début floraison et fin floraison.

Cette étude permet de dégager les résultats préliminaires pour définir une approche pour tenter d'apporter des solutions aux problèmes posés par la salinité dans les régions arides et semi-arides

**Mots clés:** Bentonite, Proline, Salinité, Tomate.

## Introduction

L'aridité est liée à une évapotranspiration bien supérieure aux précipitation. Dans les zones arides et semi-arides l'apport d'eau par irrigation a entraîné une augmentation et une extension de la salinité des sols (DAOUD,1993). Ces sols chargés de concentrations anormalement élevées de sels solubles soumettent les plantes à un stress permanent (GUPTA et ABROL,1990), baissent les rendements agricoles, limitent la répartition des espèces cultivées voire même menacent d'extinction certaines espèces (CHAMARD, 1993). Aussi l'augmentation du sodium échangeable dans la solution du sol engendre une dégradation de la structure du sol.

Diverses solutions peuvent s'adapter pour réduire le phénomène de la salinité, le drainage permet d'évacuer les eaux chargées en sels hors de la zone de culture, les amendements minéraux (cas du gypse) entraînent une amélioration de la structure et une pénétration plus facile de l'eau ainsi qu'une neutralisation du pH, Les amendements organiques acidifient les sols salés alcalins et aussi augmentent leur teneur en matière organique.

En plus le choix variétal s'impose, car l'amélioration des plantes permet l'obtention des variétés pouvant s'adapter aux conditions écologiques les plus difficiles (salinité et sécheresse).

## Matériel et méthodes

Le matériel végétal utilisé est une variété de tomate industrielle (Hybride F1) Rio grande d'origine Américaine, de type à croissance déterminée. La culture a été menée dans deux types de substrat différents : Le sable et le sable mélangé à la bentonite.

Le sable : Il est préalablement lavé à l'esprit de sel, rincé abondamment à l'eau distillée pour faire disparaître les chlorures et séché dans une étuve à 105°C. Ainsi préparé, le sable constitue

un support de la plante, permet l'aération des racines et présente l'avantage de ne pas fixer les ions (DEMOLON, 1968). Nous avons tapissé, au préalable le fond des pots par une couche d'un cm d'épaisseur de gravier de 0.5 cm de diamètre servant de drains. Sur cette couche est déposée une bande à gaz pour retenir le sable.

La bentonite: Cette argile provient d'un gisement situé sur la rive droite de la Tafna au sud-est de la ville de Maghnia (Nord Ouest Algérien), dont les caractéristiques sont 15,5% de calcaire total, une capacité de rétention en eau de 79,4 %, un taux de matière organique de 0,26 %, une CEC de 64 meq/100g, un pH de 8,4 et CE (eps) 1,4 dS.m<sup>-1</sup> (BENDELLA, 1994).

Après dessèchement naturel, la bentonite est broyée avant d'être mélangée au sable avec une dose de 10%. Le poids du mélange est de 1600 g. Le substrat a été soigneusement homogénéisé manuellement.

Le semis est effectué à raison de 2 à 3 graines par pot à une profondeur de 1 cm, suivi d'une irrigation à l'eau distillée.

Dès la germination, un arrosage à la solution nutritive de HOAGLAND (1938) diluée au 1/1000e est apporté avec une dose de 30 % de la capacité de rétention. La fréquence d'arrosage devient de deux fois par semaine avec un taux de 60 % de la capacité de rétention dès l'apparition des premières feuilles. Cet apport est renouvelé pour éviter l'épuisement des éléments nutritifs et l'accumulation des sels dans le substrat par évaporation de l'eau.

La première irrigation à la solution saline est appliquée, au stade début floraison. Une deuxième application a eu lieu au stade fin floraison. La solution saline est préparée à partir de l'association de deux sels le NaCl + CaCl<sub>2</sub> (V/V) à 100 et 300 meq.l<sup>-1</sup>; le témoin est arrosé à la solution nutritive. L'usage du CaCl<sub>2</sub> dans cette composition s'impose en raison du rôle physiologique du calcium chez les végétaux dans la régulation de la croissance et du développement (KREMER et al., 1985). Une semaine après chaque irrigation, nous avons effectué un prélèvement des échantillons destinés pour les différentes analyses.

### **Conditions d'expérimentation :**

L'essai a été mené dans une chambre de culture avec une température moyenne variant entre 20 et 25°C, une humidité relative oscillant entre 65 et 70 % et un éclairage journalier de 10 heures.

### **Dosage de la proline:**

De chaque traitement, trois plants sont prélevés et séparés de leurs feuilles, tiges et racines. Le matériel végétal séjourne dans une étuve à 80° C pendant 24 heures, puis est vigoureusement broyé. L'extraction et le dosage de la proline ont respectivement fait appel à la technique à l'éthanol de NGUYEN et PAQUIN ( 1971) et de SINGH et al.,(1973).

### **Résultats**

#### **-Evolution de la proline dans les différents organes:**

Les résultats obtenus révèlent que les organes (feuilles, tiges et racines) présentent déjà une capacité de synthèse de la proline à ce stade de la plante. Cette synthèse varie selon la concentration en sels, le type de substrat et la nature de l'organe.

Pour la variété étudiée, la proline suit une cinétique d'évolution très significative dans les racines, les tiges et les feuilles caractérisée par une forte concentration sous les traitements 100 et 300 meq.l<sup>-1</sup> de sels.

Pour mettre en évidence les différences dans les teneurs en proline en fonction des traitements, nous avons considéré la comparaison de ce composé dans les différents organes de la plante ( racines, tiges et feuilles ).

**-Tomates cultivées sur substrat sableux:**

L'étude statistique révèle que la proline s'accumule significativement avec la concentration en sels quelque soit l'organe. L'analyse de la figure 1, montre que les parties aériennes notamment les feuilles enregistrent des teneurs plus importantes sous le traitement de 300 meq.l<sup>-1</sup> comparativement aux tiges et aux racines au stade début floraison (A) (180 contre 150 et 135 µg.100mg<sup>-1</sup> de M.S ). Chez les plantes témoins, la proline évolue avec des valeurs beaucoup moins importantes, 105 dans les feuilles, 65 dans les tiges et 45 µg.100 mg<sup>-1</sup> dans les racines.

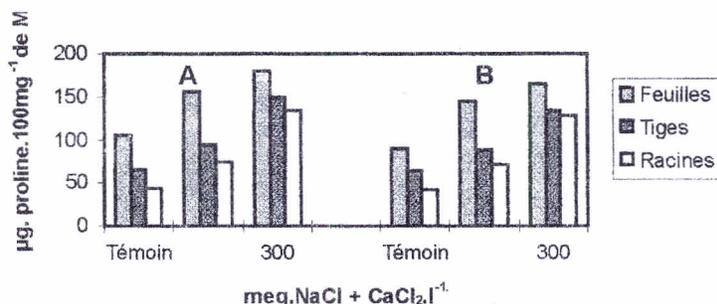


Fig.1 - Evolution de la teneur en proline dans les organes des plantes cultivées sur substrat sableux aux stades début floraison (A) et fin floraison (B) selon la concentration en sels.

Au stade fin floraison (B), les teneurs en proline les plus importantes sont observées dans les feuilles témoins et traitées ( 90 , 145 et 165 µg.100mg<sup>-1</sup> de M.S. ). La proline évolue ensuite dans les tiges avec des teneurs inférieures même si l'on note son augmentation avec la concentration saline (64 , 89 et 135 µg.100mg<sup>-1</sup> de M.S.). Dans les racines, les teneurs sont encore plus basses pour représenter environ 50% des valeurs notées dans les feuilles témoins et traitées à 100 meq de sels et 78% dans les feuilles traitées à 300 meq de sels.

**-Tomates cultivées sur mélange sable - Bentonite.**

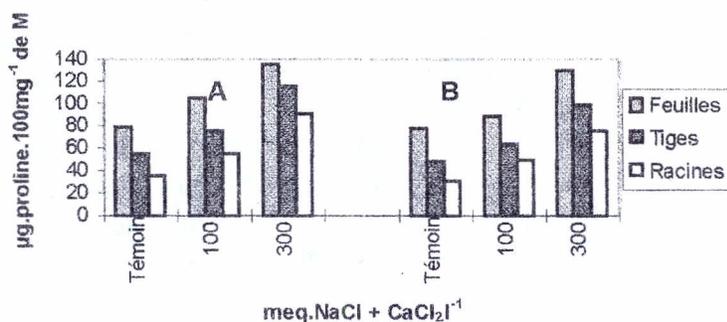


Fig. 2 - Evolution de la teneur en proline dans les organes des plantes cultivées sur substrats sable - bentonite au stade début floraison (A) et au stade fin floraison (B) selon la concentration en sels.

La proline s'accumule significativement avec la concentration en sels quelque soit l'organe (fig.2). Cependant, les feuilles réagissent avec des teneurs plus élevées quel que soit le traitement.

Les teneurs au stade début floraison (A), chez les feuilles sont de 79, 105 et 135  $\mu\text{g} \cdot 100 \text{ mg}^{-1}$  M.S. respectivement pour le témoin, 100 et 300  $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$ . Chez les tiges et les racines, les teneurs en proline les plus élevées sont enregistrées pour le 300  $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$  avec respectivement 115 et 91  $\mu\text{g} \cdot 100 \text{ mg}^{-1}$  de M.S.

Au stade fin floraison (B), la proline augmente avec la concentration saline dans tous les organes. Dans les feuilles témoins, la teneur double par rapport à celles des tiges et des racines (78 contre 48 et 31  $\mu\text{g} \cdot 100 \text{ mg}^{-1}$  MS). Chez les plants stressés à 100  $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$ , le même phénomène s'observe, tandis que chez les organes soumis à 300  $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$ , les teneurs baissent dans le sens feuille-tige-racine.

#### -Comparaison des teneurs foliaires en proline sous les substrats selon les stades végétatifs.

Pour apprécier la comparaison des teneurs en proline dans le matériel végétal, nous avons retenu les variations de ce composé dans les feuilles pour les deux substrats de culture et par stade phénologique.

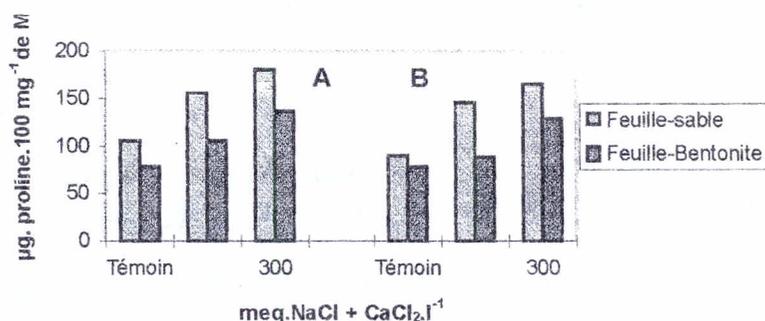


Fig. 3 - Comparaison des teneurs foliaires en proline au cours de la floraison en fonction du substrat de culture et de la concentration en sels (A: début floraison, B: fin floraison).

L'analyse de l'histogramme (fig.3) montre que les plantes cultivées dans les deux substrats répondent différemment à travers la synthèse foliaire de la proline. En effet, lorsque les plantes sont conduites sur sable, les feuilles accumulent beaucoup plus de proline pendant la floraison. Par contre en conditions de substrats combinés la proline s'exprime avec des teneurs plus basses dans les mêmes organes. Néanmoins, il convient de signaler que la proline augmente significativement dans les feuilles des plantes cultivées sur sable et sous la concentration de 300  $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$ . Dans ce cas, les taux de proline dans les feuilles du mélange sable-bentonite, représentent 75 et 78 % respectivement pour les stades début et fin floraison par rapport au sable. La comparaison des taux de proline dans le sable, fait ressortir des baisses de 86 et 58 % respectivement pour le témoin et 100  $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$  au stade début floraison et de 87.9 et 54.5 % au stade fin floraison par rapport au 300  $\text{meq} \cdot \text{l}^{-1}$ .

#### Conclusion :

Les résultats obtenus mettent en évidence les capacités de synthèse en proline du matériel végétal étudié au stade floraison. L'accumulation de la proline est plus grande, sous les deux substrats au fur à mesure que la concentration en sels s'élève. Le métabolisme de la proline semble se dérouler différemment selon les variations des teneurs et des sites d'accumulation observées chez la variété en réponse à la salinité, dans les deux substrats.

Dans tous les organes, la proline augmente avec la salinité. Cependant, cette accumulation est plus claire dans les parties foliaires. Par ailleurs, il faut remarquer qu'elle baisse dans le sens feuille-tige-racine.

Le métabolisme de la proline devient actif en présence de sels. Beaucoup de chercheurs considèrent que l'accumulation de ce composé azoté se produit lorsque la plante est en conditions défavorables ( HUBAC et GUERRIER, 1982 ; SIVARAKRISHMAN et *al.*, 1988).

Nos résultats révèlent que l'évolution de la proline dans la plante au cours de son développement varie en fonction de l'organe, de la concentration saline et du substrat. En phase juvénile, la tomate manifeste des capacités de synthèse et d'accumulation de la proline, ce qui permet de considérer cette dernière comme l'une des composantes de l'adaptation métabolique de ce matériel végétal à la salinité.

Il convient de noter, que les plantes cultivées dans le sable enregistrent une nette accumulation de la proline par rapport à celles cultivées dans le mélange. Ceci permet de penser que les caractéristiques physico-chimique du sable entraînent un déficit hydrique au niveau de la plante. Ce déficit a conduit la plante à répondre en synthétisant l'acide aminé pour se défendre. Par contre la bentonite possède une capacité de rétention en eau et une CEC très élevées, ce qui a permis une réduction du déficit hydrique. Dans les conditions d'un amendement des sols sableux en bentonite, la réponse de la plante à la salinité par accumulation de proline est très peu synthétisée.

Bien que cette plante soit très connue, peu d'études concernant sa biochimie ont été abordées. Cette approche préliminaire ouvre d'autres voies d'investigations dans le domaine de l'amélioration des plantes en vue de l'obtention de nouvelles variétés résistantes aux conditions des zones arides et semi-arides.

#### Références bibliographiques.

- BENDELLA. S.**, (1994)- Etude de la fixation du baryum par la bentonite pontée. Thèse d'Ingénieur. INES. Chimie Industrielle. Université de Mostaganem. 60p.
- GHAMARD.P.**, 1993-Environnement et développement. Références particulières aux Etats sahéliens membres du CLISS. Revue sécheresse, 4, p.17-23.
- DAOUD.Y.**, 1993-Contribution à l'étude des sols des plaines du Chellif. Le phénomène de salinisation conséquences sur les propriétés physiques des sols argileux. Thèse Doc. es. Sciences. I.N.A. Alger.
- DEMOLON.A.**, 1968-Croissances des végétaux cultivés. 6<sup>è</sup>edit. DUNOD. Paris, 584p.
- GUPTA.R.** and **ABROL.P.**, 1990-Salts affected soils-their reclamation and managment for crop production adv.of soil. Sci.SSSA, 273-87.
- HOAGLAND.D** and **ARNON.D.I.**, 1938-The water cultur method for growing plants without soil. Uni Str.aes.cir, p.341-1136.
- HUBAC.C** et **GUERRIER.D.**, 1982-Etude de la composition en acides aminés de deux carex *Carex sterophylla* et *Carex setifolia* cordour peu résistant. Effet d'un apport de proline exogène Oecol. Plant.Z., p. 147-65.
- KREMER.G** ,**SUREK.B**, **OODROW.IE** and **LATZKO.E.**, 1985-Calcium` binding by spinach stromal proteins plants, 171, p.259 265.
- NGUYEN.ST.** et **PAQUIN.R.**, 1971-Méthodes d'extraction et de purification des acides amines libres et des protéines de tissus végétaux. J.Chromatogr.61, p.349-351
- SINGH.N.K**, **PALLEG.L.G** and **ASPINALL.D.**, 1973-Stress metabolism, II-Changes in proline concentration in excised plant tissues. Austr.J.Bot.Sci. 26, 57-63.
- SIVARAMAKRISHSHMAN.S**, **PATTEL. V**, **FLOWER.G** and **PEACOCK.J.**, 1988 - Proline accumulaton and nitrate reductase activity in contresting sorghum lines during nid season drowght stress.plant Physio.74.p.418-426.

## Poster

# Les dayates ou daiates

CHAABENA Ahmed et BOUZID Abdelhakim

Institut d'Agronomie Saharienne  
Centre Universitaire de Ouargla

## Résumé

La géomorphologie des régions semi-arides et arides est très diversifiée, mais quelques unes de ces caractéristiques méritent bien d'être éclairées, surtout en se basant sur l'endémisme flagrant qui leur est collé.

L'un des facteurs cause et conséquence de l'aridité du sud algérien est le relief. Les dayates, dépressions fermées, sont un exemple de ce relief.

Elles couvrent toute la région Est de Laghouat (Bassin de Oued Djedi) et Ouest (jusqu'à El-Abiod Sidi Cheikh) ainsi que le Sud de l'Oranie.

Leur rôle dans les inversions de températures n'est pas à négliger, ainsi que les groupements floristiques, notamment l'association Pistachier *Pistacia atlantica* et Jujubier *Zizyphus lotus*.

Mots clés : Aride, Dayates ou Daiates, Dépressions, Pistachier, Jujubier

## Introduction :

Les plaines et piémonts désertiques d'ablation ou d'accumulation convergent en général vers des dépressions fermées, ou vers des oueds collecteurs qui y conduisent. Leur fréquence concrétise l'énorme prépondérance de l'endoréisme sur l'exoréisme, conséquence logique du déficit en eau des régions arides.

Les dépressions fermées, **exception faite des cuvettes karstiques du type doline, telles les dayas des hamadas nord-africaines**, constituent un des traits majeurs et des plus austères des paysages arides. Leur nom diffère selon les régions: *sebkha* et *garaa* en Afrique du Nord, *kewir* en Iran, *playa* dans l'ouest des Etats-Unis, *salar* ou *salina* dans les déserts sud-américains, *takyr* dans ceux de l'Asie centrale. En fait, ces diverses dénominations ne s'appliquent pas toujours aux mêmes réalités, car les dépressions fermées présentent des types variés, selon les détails de leur modelé, la nature de leurs formations superficielles et leurs caractéristiques hydrologiques.

## Le relief karstique :

**Le Karst**, relief caractérisé par un modelé en creux façonné dans les roches carbonatées, surtout calcaires, sous l'effet de la dissolution par les eaux contenant du dioxyde de carbone. Le nom provient d'une région de Slovénie, dans le nord de l'Istrie. En raison de la perméabilité des calcaires, les eaux de surface s'infiltrent aisément!; les rivières, peu nombreuses, coulent dans des gorges aux versants subverticaux — les canyons, ceux du Tarn et du Verdon par exemple —, quand elles ne disparaissent pas dans des pertes. Le karst superficiel est caractérisé par des formes typiques. Les lapiez sont des cavités découpées dans le calcaire!; **les dolines sont des petites dépressions**

fermées dont le fond, parfois rempli de terra rossa, issue de l'argile de décalcification, peut être cultivé!; les ouvalas sont des dolines emboîtées!; les poljés sont de vastes dépressions fermées à fond plat, courantes en Bosnie-Herzégovine. Le karst souterrain comporte un réseau de gouffres (ou avens), de grottes et de galeries parcourues par des rivières souterraines. Les stalagmites s'élèvent du sol alors que les stalagmites descendent du plafond. La réapparition de ces eaux donne naissance à des résurgences.

**Une doline** (du slave *dole* : creux, bas-fond, vallée) est une dépression fermée, circulaire ou elliptique, de taille variable. Son diamètre va de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres. Dans les types en soucoupe, en cuvette, en baquet et en chaudron, la profondeur est très inférieure au diamètre. Elle s'en rapproche dans le type en entonnoir, et le dépasse nettement dans le type en puits, où elle atteint parfois 200 mètres. Dans les calcaires affectés par un pendage, on observe souvent des types dissymétriques.

À ces formes simples s'ajoutent des formes composées. On rencontre, ainsi, des dolines emboîtées. De leur coalescence résultent des *ouvalas*, qui sont des dépressions fermées de grands diamètres, souvent supérieurs à 500 mètres, et délimitées par des bords aux tracés en arcs et en éperons.

### **Relation avec le climat :**

Le climat influe sur les activités humaines, surtout agricoles, à travers l'eau, les sols et le couvert végétal.

À mesure que l'aridité augmente, l'irrégularité s'accroît et l'endoréisme remplace l'écoulement exoréique. Les oueds finissent leur course dans des dépressions fermées occupées par des *sebakh*, dépressions d'évaporation fortement salées. L'endoréisme est fréquent et de grande ampleur en Algérie et Tunisie méridionales

(Hautes Plaines, Basses Steppes, Nord-Sahara) et sur le littoral libyen (golfe de Syrte) et s'étend jusque dans le Tell (*sebakh* d'Oran et de Tunis), pendant qu'au Maroc atlantique prédominent les lacs, permanents comme les *aguelmane* du Moyen Atlas ou temporaires tels les *daïate* des bas plateaux et les *merdjate* du Gharb. En zone saharienne, caractérisée en général par l'aréisme, l'écoulement dépend des terrains traversés: l'infiltration est instantanée dans les étendues sableuses, plus importantes dans le Sahara central et les déserts libyens, alors que les crues prennent toute leur importance sur les substrats imperméables.

Liée à l'agressivité de l'érosion, la fragilité des sols n'a d'égale que celle d'une végétation méditerranéenne souvent dégradée. Alors que des cédraies couvrent les sommets les plus élevés, le chêne-liège domine sur les chaînes telliennes humides, le Maroc nord-atlantique, et le chêne vert occupe les versants subhumides et certains reliefs de zones semi-arides. Pin d'Alep, thuya et genévrier s'adaptent fort bien à la sécheresse et forment des peuplements fréquents. L'association de l'olivier et du lentisque demeure toutefois prédominante, relayée dans les plaines sèches par **la brousse à jujubier**. Plus au sud, la steppe d'alfa ou d'armoise règne, malgré son recul, sur de grandes étendues: Hautes Plaines, Steppes tunisiennes, littoral tripolitain. Elle laisse la place dans les chotts à une végétation halophile et devient diffuse sur la bordure septentrionale du Sahara qui demeure dans l'ensemble azoïque. Le climat n'ayant pas changé depuis les temps préhistoriques, le recul de la forêt est le fait de l'homme. Il est certes ancien, mais il connut une accélération sans précédent pendant la colonisation: défrichements par les colons mais aussi par les populations dépossédées, surexploitation durant les deux guerres mondiales. À la veille des indépendances, le taux de boisement des régions maghrébines non sahariennes était de 12 p. 100 alors que la couverture théorique serait de 27 p. 100.

**La vigueur du relief modifie localement la répartition des températures.** Dans les vallées profondes et les bassins, l'inversion de température est courante par

temps calme, par subsidence de l'air froid. L'exposition, surtout, crée des contrastes brutaux entre les versants. Ceux qui regardent vers les pôles reçoivent les rayons solaires très obliquement; frais et ombrés, ils sont dénommés, selon les régions, *ubac*, *paco*, *ombrée*, *envers*, et l'homme s'en éloigne; les versants opposés, directement insolés, présentent un bilan thermique favorable et sont appelés *adret*, *endroit*, *soulane*. Ces contrastes sont fondamentaux pour la biogéographie et l'occupation humaine.

En hiver les bassins peuvent être encore plus froids que les sommets lors des journées brumeuses et calmes «d'inversion de température».

L'espace rural est le cadre de pollutions qui proviennent soit du milieu urbain et industriel, soit du milieu rural lui-même. La pollution atmosphérique d'origine urbaine ou industrielle peut dégrader les conditions de vie en milieu rural et endommager la végétation naturelle et les cultures, du moins dans certaines conditions particulières topographiques et climatiques (inversion de température dans des vallées, par exemple). À cet égard, la concentration des industries présente un avantage limitant l'étendue de l'espace rural soumise à ces inconvénients.

### **Les types de végétation :**

Les types actuels de végétation sont en grande partie le résultat de l'action humaine. À la forêt primaire ont succédé garrigues et maquis qui se couvrent de fleurs au printemps.

Ce qui caractérise le mieux la végétation méditerranéenne est la richesse en arbustes, arbrisseaux et sous-arbrisseaux dont l'ensemble forme ce que les Espagnols appellent *matorral*. Il se divise en plusieurs types de paysages dont les noms locaux sont devenus classiques: maquis, garrigues, phryganes.

La dégradation maximale donne une apparence de steppe, qu'on appelle «erme» en Provence. Les phryganes de Grèce ont une physionomie analogue à celle des garrigues; les diverses asphodèles témoignent d'une grande dégradation par l'homme.

Naturellement, les variations de climat dues au relief montagneux qui ceinture la Méditerranée créent des étages de végétation.

L'étage de l'olivier-caroubier (*Ceratonia*), correspond aux parties les plus chaudes, qui ne connaissent guère les gelées hivernales, à l'abri des vents froids. L'euphorbe arborescente et les lentisques abondent; le myrte et le laurier-rose colonisent les points un peu plus humides. L'homme a favorisé le **jujubier** (*Zizyphus lotus*).

#### **Caractères actuels de la flore :**

La flore actuelle se caractérise par sa xérophilie. Les arbres ou les arbustes ont des feuilles coriaces, en général persistantes, présentant des dispositifs de lutte contre la transpiration excessive de l'été (membranes épaisses, stomates protégés du soleil, concentration particulière des sucs cellulaires): divers pins, le chêne vert, l'olivier, les plantes du maquis, le palmier nain (*Chamaerops*) en sont des exemples. Il faut encore citer des arbres curieux comme le **pistachier de l'Atlas**, qui a des feuilles caduques en hiver et qui, bien que ses feuilles soient peu coriaces, supporte la sécheresse estivale là où le sol, profond, reste assez humide pendant l'été.

**Le Jujubier** : arbre ou arbuste fruitier à feuilles persistantes ou caduques de la famille des épineux. Le jujubier est originaire des régions tropicales et subtropicales d'Asie et d'Amérique. Ses petites fleurs régulièrement distribuées produisent des fruits à noyau dur, les jujubes. Le jujubier commun, est cultivé dans le bassin méditerranéen. Le jujubier *spina-christi* («!épine du Christ!»), originaire d'Afrique du Nord, aurait, dit-on, fourni les rameaux pour tresser la couronne d'épines du Christ. De taille plus petite, le jujubier indien produit des fruits qui sont

séchés et consommés comme sucreries. Le jujubier des lotophages est une espèce d'Afrique du Nord qui donne un fruit farineux utilisé en pâtisserie.

**Classification :** le jujubier (*Zizyphus*) appartient à la famille des Rhamnacées. Il en existe quatre principales espèces: le jujubier commun (*Z. sativa*), le jujubier épine du Christ (*Z. spina-Christi*), le jujubier indien (*Z. mauritiana*) et le jujubier des lotophages (*Z. lotus*).

**Le Pistachier :** arbre de la famille des Anacardiacees à fleurs dioïques sans pétales, dont le fruit est une drupe sèche à noyau : la pistache. Le pistachier est un petit arbre d'environ 6 m de haut. Originaire d'Iran et de Syrie, il est aujourd'hui très cultivé, en particulier dans toutes les régions d'Europe du Sud et d'Afrique du Nord. On tire des pistaches une huile employée en cuisine. Le térébinthe est un arbre dont on extrait le produit connu dans le commerce sous le nom de térébenthine de Chio, de couleur jaune verdâtre, d'odeur agréable et de saveur douce, qu'il ne faut pas confondre avec la térébenthine de Venise extraite du mélèze.

**Classification :** le pistachier, *Pistacia vera*, appartient à la famille des Anacardiacees. Le térébinthe a pour nom botanique *P. terebinthus* et le pistachier de l'Atlas *P. atlantica*.

**Jujubier-pistachier :** Au départ, le jujubier ("*Sedra*") s'installe avec ses épines. Il croît et se développe paisiblement jusqu'à atteindre une certaine taille. Et survient le pistachier ("*Btoum*") qui grandit, en se protégeant des incisives des herbivores, derrière le bouclier épineux du jujubier. Comme récompense à cette salutaire défense, le "*btoum*" accomplit son développement en foudroyant son tenancier!

# UTILISATION DES ASSOCIATIONS SYMBIOTIQUES CHEZ LES PLANTES FOURRAGERES ET LIGNEUSES DES ZONES ARIDES ET SEMI-ARIDES ALGERIENNES.

CHAFAI M.E.H. et FORTAS Z.

\* ISN, Laboratoire de Microbiologie et Phytopathologie

Université d'Es Sénia - ORAN

B.P. 1524

## INTRODUCTION:

L'utilisation des engrais azotés occasionne des dépenses trop lourdes pour les pays en voie de développement, cependant l'apport suffisant d'azote au sol par les moyens biologiques reste la solution la plus efficace dans ces régions (Moinet, 1990). Un de ces moyens biologiques est représenté par la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique qui se déroule dans des organes appelés « nodosités » formés dans les racines de plusieurs espèces végétales appartenant à la famille des légumineuses. Les racines de ces espèces végétales peuvent également s'associer à des champignons mycorhiziens. En effet, la mycorhization affecte profondément la croissance de la plante par l'absorption des éléments nutritifs (Cumming, 1993) et réduit le stress hydrique (Boyle et Hellenbrand, 1991).

Les nombreuses applications avec succès de la mycorhization en agriculture, sylviculture, arboriculture, horticulture et trufficulture incitent ces dernières années des chercheurs de différents pays à s'intéresser aux associations symbiotiques entre les plantes supérieures et les champignons. L'importance de la symbiose mycorhizienne chez les essences forestières a été démontré par plusieurs auteurs (Allen, 1991, Amaranthus et Trappe, 1993).

La famille des Pinacées comprend des espèces d'une importance économique et qui ne peuvent pas survivre sans l'association avec un champignon ectomycorhizien (Marks et Kozlowski, 1973; Harley et Smith, 1983).

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill) est une espèce forestière largement répandue en Algérie. Il appartient à la famille des Pinacées (Abietacées), il est l'arbre le plus caractéristique des étages bioclimatiques humide, sub-humide, semi aride et aride.

Ses qualités exceptionnelles l'ont fait l'élément de reboisement d'où son utilisation dans le barrage vert en Algérie et qui a connu un faible taux de réussite. En ce qui concerne la mycorhization, divers travaux ont montré que le pin d'Alep peut s'associer à de nombreuses espèces de champignon de genre *Hebeloma* (Gay, 1989) *Pisolithus* (Roldan et al, 1996) et également aux truffes des genres *Tuber* (Chevalier, 1973) et *Terfezia* (Faurel L, 1947).

La réalisation de l'association mycorhizienne constitue une étape essentielle du cycle de développement du champignon mycorhizien. Cette association peut avoir lieu spontanément dans la nature (cas de *Terfez* avec les Helianthèmes) ou être réalisée artificiellement (cas de *Terfez* avec *Pinus halepensis* Mill.) Les plantules mycorhizées peuvent mieux exploiter le sol par rapport aux non-mycorhizées, cependant elles ont plus de chance de survivre dans les sites à reboisement (Kropp et Langlois, 1990).

L'inoculation du champignon provoque un effet positif très spectaculaire sur la santé et la croissance de l'arbre (Delmas et Poitou, 1987). L'inoculum, sous sa forme sporale est très utilisé chez les conifères (Marx *et al.*, 1991; Massicotte *et al.*, 1994). Parmi les avantages de l'utilisation de la forme sporale: l'absence de la phase de croissance dans la culture pure, la masse du champignon est réduite et la possibilité de stocker les spores de quelques champignons (Marx et Kenney, 1982).

## **MATERIEL ET METHODES:**

### **PREMIERE ETAPE :**

#### **- INOCULATION DE *PINUS HALEPENSIS* PAR LE TERFEZ (*Tirmania pinoyi*)**

##### **1- Obtention des plantules de *Pinus halepensis* Mill:**

Des plantules obtenues à partir de la germination des graines de *Pinus halepensis* Mill, désinfectée avec l'eau oxygénée 35 % (Chevalier, 1973) sont élevées en pot ouvert de la terre provenant de wilaya de Nâama et désinfectée à l'autoclave. Elles sont arrosées par de l'eau distillée, stérile.

##### **2- Réalisation des synthèses mycorhiziennes entre *Pinus halepensis* Mill et *Tirmania pinoyi*:**

Les synthèses mycorhiziennes entre *Pinus halepensis* Mill et *Tirmania pinoyi* (communément appelé « Terfez blanc », ont été réalisées en pots ouverts de 450 ml, contenant chacun 300 en volume de terre désinfectée et 150 en volume de gravier désinfecté déposé au fonds des pots.

Les plantules âgées de 15 jours sont inoculés par 45 cc d'inoculum, puis placées directement dans le substrat naturel désinfecté. L'inoculum est obtenu à partir des suspensions sporales préparées au moment de leur utilisation à partir d'ascocarpes desséchés et réhydratées (Fortas, 1990, Fortas et Chevalier, 1992a). L'inoculation des plants a été effectuée selon la technique utilisée pour la production de plants mycorhizés par la truffe noire (*Tuber melanosporum*) [Chevalier et Grente, 1978] ou d'hélianthèmes mycorhizés par le Terfez (Fortas et Chevalier, 1988 et 1992b). Les plants inoculés sont élevés en serre, ils sont arrosés par l'eau stérile et par la solution nutritive stérile de Melin (1923) modifiée par Norkrans (1949).

## **DEUXIEME ETAPE :**

### **- INOCULATION DE *MEDICAGO SATIVA* PAR LE *RHIZOBIUM***

#### **PROVENANCE DES SOUCHES DE *RHIZOBIUM* :**

Les souches de *Rhizobium* sp ont été isolées en 1993 à partir des nodosités d'*Ononis natrix*, qui est une plante légumineuse qui se développe dans une région aride qui est : Aïn Benkhellil (Wilaya de Naâma), selon la méthode de Gourret et Le Rudulier. Dix souches de *Rhizobium* sp ont été inoculés aux plantules de *Medicago sativa* âgées de 12 jours et cultivés dans des pots contenant un sol qui provient de la même région aride. Ces pots ont été placés dans une serre non climatisée .

## **RESULTAT ET DISCUSSION :**

L'inoculation de *Pinus halepensis* Mill par *Tirmania pinoyi* a aboutit après dix mois de croissance à la formation des ectomycorhizes en forme de massue de couleur jaune-brune, émettant à l'extérieur un mycélium ramifié.

Les résultats des synthèses mycorhiziennes entre *Pinus halepensis* Mill et *Tirmania pinoyi* montrent qu'il n'y a pas de spécificité absolue entre les Terfez et leur plante-hôte naturelle (hélianthèmes), les Terfez peuvent s'associer avec les céréales (Tadja, 1996), mais aussi avec le pin d'Alep.

La morphologie des mycorhizes à *Terfez* synthétisée avec le pin d'Alep est analogue à celle observée chez d'autres espèces forestières mycorhizées par truffes du genre *Tuber* (Chevalier, 1973; Pirazzi, 1988, et Fontana et al, 1988).

Après 45 jours de croissance de *Medicago sativa*, les plantules ont été déterrées et les racines observées. Nous avons constaté la présence des nodules chez toutes les plantules inoculées, par contre elles étaient absentes chez les témoins. Le poids sec des plantules inoculées était supérieur à celui du témoin. Ces résultats préliminaires montrent l'efficacité des souches de *Rhizobium* isolées. Les Medics fixent de l'azote atmosphérique et enrichissent le sol par cet élément, la symbiose *Rhizobium*-légumineuse fixe entre 140 et 150 Kg d'azote par hectare et par an, soit la moitié de l'azote fixé annuellement par voie biologique (In :Benkahla,1993).

#### CONCLUSION:

Au cours de ce travail, nous avons obtenu une association de type ectomycorhize entre *Pinus halepensis* Mill et le *Terfez*. Les ectomycorhizes formées ont une allure de massue, cette forme est typique chez les ectomycorhizes dont le champignon symbiote appartient à la classe des Ascomycètes.

Sélectionner des souches de *Rhizobium* sp possédant un pouvoir d'infectivité, peut résoudre beaucoup de problèmes en ce qui concerne l'introduction des légumineuses dans les zones arides et semi-arides.

## BIBLIOGRAPHIE:

ALLEN M.F., 1991 - The ecology of mycorrhizae. Cambridge University Press - Cambridge - U.K - 184 p.

AMARANTHUS M.P. et TRAPPE J.M., 1993 - Effect of erosion on ecto and VA - mycorrhizal inoculum potential of soil following forest fire in south west Chegou. Plant and soil, 150 - 41-49.

BENKAHLA F. 1993 - Effet comparé du KCL et du  $\text{CaCl}_2$  sur la croissance de deux souches de *Rhizobium leguminosarum*. D.E.S., ISN ORAN. 81 p

BOYLE C.D. et HELLENBRAND K.E., 1991 - Assessment of the effect of mycorrhizal fungi on drought tolerance of conifer seedling. Can. J. Bot. 69 - 1764 - 1771.

CHEVALIER G., 1973 - Synthèse axénique des mycorrhizes de *Tuber brumale* Vitt à partir de culture pure du champignon. Ann. phytopathol., 5 (2), 163-182.

CHEVALIER G. et GRENTE J., 1978 - Application pratique de la symbiose ectomycorhizienne: production à grande échelle de plants mycorrhizés par la truffe (*Tuber melanosporum* Vitt). Mushroom sci. X (Part. II) I.N.R.A. - Clermont Ferrand - France. 483-505.

CUMMING J.R., 1993 - Growth and nutrition of nonmycorrhizal and mycorrhizal pitch pine (*Pinus rigida*) seedling under phosphorus limitation. Tree physiol. 13, 173-187.

DELMAS J. ET POITOU N., 1978 - La mycorrhization de *Quercus pubescens* par *Tuber melanosporum* en conditions contrôlées : Influence de quelques facteurs du milieu . Mushroom Science X( Part) , I.N.R.A. Bordeaux France.

FAUREL L., 1947 - Un *Terfezia* nouveau pour l'Afrique du Nord (*T. Olbiensis* Tul.). Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord, 38: 70 - 71.

FONTANA A., CERUTI A., MEOTTO F., 1988 - Criteri istologici per il riconoscimento delle micorrize di *Tuber magnatum* Pico. Atti del secondo congresso internazionale sul Tartufo, Spoleto. Dipartimento di biologia vegetale dell'università degli studi di Perugia.

FORTAS Z., 1990 - Etude de trois espèces de Terfez: Caractères culturels et cytologie du mycelium isolé et associé à *Helianthemum guttatum*. Thèse de Doctorat - Université d'Oran, 166p.

FORTAS Z. et CHEVALIER G., 1988 - Effet des conditions de culture sur la mycorrhization d'*Helianthemum guttatum* par trois espèces des genres *Terfezia* et *Tirmania* (truffe des sables). 2<sup>ème</sup> cong. Int. Tartufo, Spoleto, Italie.

FORTAS Z. et CHEVALIER G., 1992a - Caractéristiques de la germination des ascospores de *Terfezia arenaria* (Moris) Trappe, récolté en Algérie. Cryptogamie, Mycol., 1992, 13 (1): 21 - 29.

FORTAS Z. et CHEVALIER G., 1992b. Effet des conditions de culture sur la mycorrhization de l'*Helianthemum guttatum* par trois espèces de terfez des genres *Terfezia* et *Tirmania* d'Algérie. Can. J. Bot. 70, 2453-2460.

GAY G., 1989 - Effect of the ectomycorrhizal fungus *Hebeloma hiemale* on adventitious root formation in derooted *Pinus halepensis* shoot hypocotyls. Can J. Bot. 68: 1265-1270.

GOURRET J. et Le REDULIER D., 1985 - La symbiose, *Rhizobium leguminosarum*. Information en Sciences Naturelles. Ed. par le CRDP de Rennes - France - p. 55.

HARLEY J.L. et SMITH S.E., 1983 - Mycorrhizal symbiosis. Acad. Press. New York.

KROPP B. R. ET LANGLOIS C.G., 1990 - Ectomycorrhizas in reforestation. Can J. For. Res 20: 438-451.

MARKS G.C. et KOZLOWSKI T.T., 1973 - Ectomycorrhizal Their ecology and physiology. In physiological ecology. Acad. Press. New York.

MARX D.H. ET KENNEY D.S., 1982 - Production of ectomycorrhiza - inoculum. In: SCHENCK N.C. (ed) Methods and principles mycorrhizal research - American Phytop. Soc. Paul Minn. pp.131-411.

MARX D.H.; RUEHLE J.L. ET CORDELL L.E., 1991 - Methods for study nursery and field response of trees to specific ectomycorrhiza. In : Norris, Read, Varma (eds) Methods in Biology. Vol. 23. Academic Press London. pp. 384-411.

MASSICOTTE H.B.; MOLINA R.; LUONA D.L.; ET SMITH J.E., 1994 - Biology of the ectomycorrhiza genus *Rhizopogon* (II). New phytol 126 p. 690

MELIN E., 1923 - Experimentelle untersuchungen über die konstitution und ökologie der mycorrhizen von *Pinus sylvestris* (L.) und *Picea abies* (L.), Karst. Mykol untersuch und Ber., 2: p. 73 - 331.

MOINET M.L., 1990 - Pourquoi nous buvons des nitrates. Science et Vie n° 872 , 72-73.

NORKRANS B., 1949 - Some mycorrhiza forming *Tricholoma* species. S. Veusk. Bot. Tidskr, 43, 485 - 490.

PIRAZZI R., 1988 - Micorizzazione artificiale con miceli in vitro di *Tuber melanosporum* vitt. e *T. magnatum* Pico 2. - Congresso internazionale sol tartufo Spoleto, p. 173.

ROLDAN A., QUEREJETA I., ALBALADEJO J. et CATILO V., 1996 - Growth response of *Pinus halepensis* to inoculation with *Pisolithus arhizus* in a terraced rangeland amended with urban refuse. Plant and soil, 179: 35 - 43.

TADJA A., 1996 - Etude écologique de deux espèces de *Terfez* du Sud Ouest algérien, essai de leur mycorrhization sur trois espèces cérélières. Thèse de Magister en Agronomie, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach - Alger, 109p.

## Ethnopharmacological survey of some plants of El – Bayadh district used in the treatment of urinary tract affections

A. CHERITI<sup>\*1</sup>, K. SEKKOUM<sup>2</sup>, O. ROUKBI<sup>1</sup> & S. TALEB<sup>3</sup>

1) Laboratoire de Phytochimie et Synthèse Organique,  
Centre Universitaire de Bechar, 08000 Béchar, Fax 07 81 52 44

2) Hôpital Béchar Djedid, 08000, Béchar.

3) Laboratoire de Chimie Organique, Unité de Cristalochimie – appliquée à la Lithiase Urinaire  
Université Djilali Liabes, 22000, Sidi Bél Abbès,

### *Abstract*

The uses of 11 species ( 7 botanical families ) of medicinal plants for the treatment of urinary tract affection in El Bayadh district are described.

### *Résumé*

Nous décrivons 11 espèces ( 7 familles botaniques ) de plantes médicinales utilisées dans le traitement des affection urinaire dans la région d'El - Bayadh.,

### I ) INTRODUCTION

the World Health Organisation ( WHO ) has recognised the potential utility of traditional remedies and strives to preserve the primary health care involving medicinal plants ( 1 ).

In various parts of Algeria, especially in the semi – arid region, medicinal plants are widely used as an alternative to pharmaceutical drugs, the folk medicine represents a very important phenomenon in regional culture( 2 ).

Continuing our effort on the search of bioactives substances from medicinal plants of South – West Algeria ( 3 - 5 ), and in connection with our research programme on Urolithiasis ( 6 ) in this region, We report herein our preliminary results in this field. In this study an attempt was made to record the various plant drugs currently used as diuretic, for the treatment of urinary tract inflammation and lithiasis.

### II ) METHODOLOGY

The traditional uses of medicinal plants for the treatment of urinary tract affections were selected on the basis of the survey through interviews with local inhabitant, herbalist in the Souk and old women according to our previous works ( 3, 7 ). The surveyed El Bayadh district is extended between 31° and 34° North latitude and 0° and 2° East longitude ( 8 ), It has a surface area of about 70539 Km<sup>2</sup> ( Fig. 1 ).

Specimens of listed plants were authenticated by referring to the herbarium of the direction de l'agriculture de la wilaya d'El Bayadh. Literature ( 9, 10 ) was consulted to verify the taxonomical identity of plants.

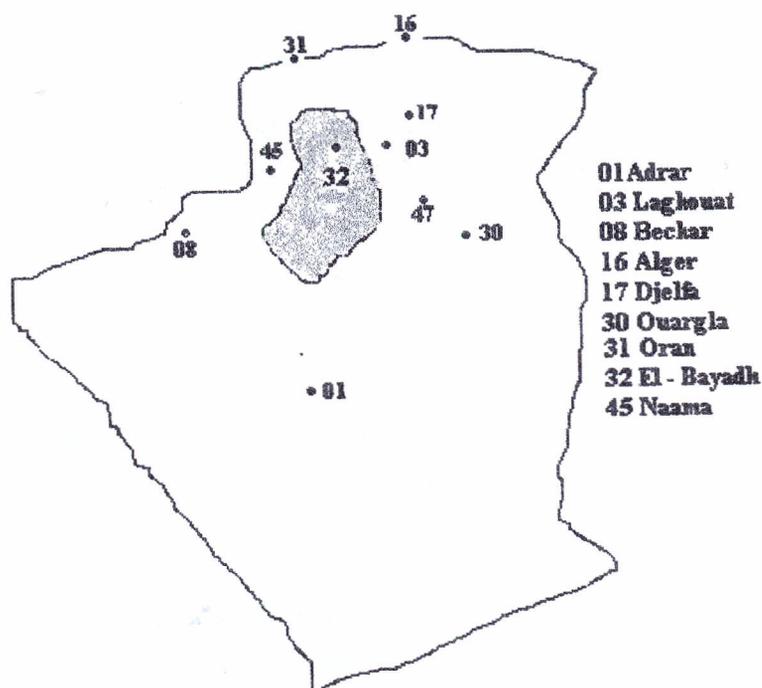


Fig. 1 The study area of El Bayadh - Algeria -

### III ) RESULTS AND DISCUSSION

This study report the use of 11 species of folk drugs plants belonging to 7 botanical in El Bayadh region. For each species, in alphabetical order, are listed ( Table 1 ) : Family and scientific name, local name, plant parts and traditional mode of use by the local inhabitants.

Each prescription was considered only after confirmation through three or more informants.

As regards the form of preparation of plant remedies, decoction is by far the most prevalent method, probably because of its simplicity. The specified dose per day is prescribed for 7 days and prolonged to specified number of days generally to one month if positive effect is observed. In case a patient does not obtain relief from one remedy, they try another one.

Families / Species	Local name	Plant parts and traditional mode of use
<b>ANACARDIACEAE</b>		
<i>Rhus oxyacantha</i> Sch.	Jedari	Root powder decoction ( 1 glass, 3 times a day)
<b>APIACEAE</b>		
<i>Ammi visnaga</i> Lamk.	Nokha	Decoction from fruit ( 1 glass, 3 or 4 times a day)
<b>ASTERACEAE</b>		
<i>Centaurea benedicta</i> L.	Guernina	Fresh aerial parts boiled with water and taken as drink
<i>Cynara scolymus</i> L.	Gornâ	Fruit decoction taken as drink
<i>Helianthus annuus</i> L.	Taredete chems	Decoction from fruit ( 1 glass, 1 time a day)
<i>Scorzenera undulata</i> Vahl.	Guiz	Root decoction taken as drink 3 or 4 times a day
<b>CARYOPHYLLACEAE</b>		
<i>Herniaria</i> sps.	Fetet hadjra	dried aerial parts boiled in water ( 1 glass, 3 times a day)
<b>EUPHORBIACEES</b>		
<i>Mercurialis annua</i> L.	Mourkeba	Leaves maceration , about 1 glass, once a day
<b>FABACEAE</b>		
<i>Cicer arietinum</i> L.	Homas	Seed decoction taken as drink 3 times a day
<b>POACEAE</b>		
<i>Cynodon dactylon</i> L.	Guezmir	fresh root decoction ( 1 glass, 3 times a day)
<i>Hyparrhenia hirta</i> L.	Saybous	Infusion from dried roof taken 3 times a day

Table 1: Medicinal plants used for treatment of urinary tract affections in El - Bayadh district

#### IV ) CONCLUSION

Folk medicinal plants are mostly used for the treatment of urinary tract affections. Decoction is the generally method used for the preparation. The information in this report will help in preserving knowledge on medicinal plants and should direct biologist and phytochemist in the search for promising species and bioactive constituents.

#### V) REFERENCE

- ( 1 ) O. AKERELE, (1992), *Fitoterapia*, 63(6), pp. 99 - 110.
- ( 2 ) A. CHERITI, A. ROUISSAT, K. SEKKOUM, G. BALANSARD, (1995), *Fitoterapia*, 66(6), pp. 525 - 538.
- ( 3 ) A. CHERITI, K. SEKKOUM, (1995), 8° meeting SFC, Marseille (France), Poster 13.
- ( 4 ) A. CHERITI, K. SEKKOUM, (1995), *Acta Chim. Slov.*, 42(3), 373 - 374.
- ( 5 ) A. CHERITI, K. SEKKOUM, (1996), *Ind. J. Pharm. Sci.*, 58(5), 203 - 204.
- ( 6 ) D. HARRACHE, Z. KAID - OMAR, S. TALEB, A. ADDOU, ( 1997 ), 1° SNCAI. Sidi Bélabbès
- ( 7 ) A. CHERITI, K. SEKKOUM, G. BALANSARD, (1999), This seminary, Ouargla
- ( 8 ) Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire. (1991) " *Annuaire statistique de la wilaya d'El-Bayadh*", Alger.
- ( 9 ) P. QUEZEL, S. SANTA, (1962 & 1963) "*Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales* " Tome I et II, Paris, Ed. CNRS.
- ( 10 ) P. OZENDA, (1977) "*La flore du Sahara*", Paris, Ed. CNRS.

**MEDOUNI Y.  
KANOUN A.**

**INRAA Djelfa**

## **Etude du système de production agro-pastorale. Cas de la région de Djelfa**

L'étude se propose d'identifier les systèmes de production qui existent au niveau de deux (02) communes différentes de la région de Djelfa.

## **A- CHOIX DES ZONES D'ETUDE**

Elles concernent d'une part, la commune d'El-Guedid située au Nord de la wilaya de Djelfa avec une superficie de 118.750 ha et de la zone de Deldoul située au Sud de Djelfa à quelque 70 Km du chef lieu avec une superficie totale de 190.050ha d'autre part.

La commune d'El-Guedid est caractérisée par un climat semi-aride, avec une pluviométrie < 300 mm, une période de neige et des journées de sirocco en été. Par contre, la région de Deldoul correspond à un étage bioclimatique aride où la pluviométrie ne dépasse guère les 250mm/an. Cette commune connaît plutôt des vents secs (sirocco) et des pluies orageuses en été.

Les parcours représentent 89.550 ha et 185.595 ha respectivement à El-Guedid et à Deldoul. Cependant, l'accès à la propriété foncière (APFA et Concession) et le surpâturage sont entrain de réduire les pâturages de façon rapide et irréversible.

### **1. Caractéristiques des deux communes**

L'analyse de certains points nous a permis de différencier entre ces deux communes :

Le rapport SAT/ST est plus important à El-Guedid qu'à Deldoul : cela signifie que cette dernière commune ne dispose pas d'une SAU importante, c'est donc une zone dominée par le système de production pastoral. En effet, les parcours au niveau de cette zone représentent 96% de la superficie totale.

En ce qui concerne, les disponibilités locales, on remarque qu'en bonne année la commune de Deldoul peut répondre aux besoins alimentaires des animaux à condition que d'autres troupeaux n'y transhumant pas. Mais comme la région constitue un site de transhumance en hiver (Azzaba), les disponibilités fourragères naturelles ne peuvent satisfaire que 63% des besoins alimentaires des troupeaux (KANOUN. M, 1997).

Par contre, la commune d'El-Guedid dispose d'une importante superficie en céréale, soit 92% de la superficie cultivée d'où le caractère agro-pastoral de cette zone. En effet, 83 % des besoins alimentaire des troupeaux sont couverts par les aliments cultivés (orge en grain, orge en vert, chaumes et paille).

## **2.Caractère commun des deux communes**

Malheureusement le caractère commun qui caractérise les deux communes, est le processus de dégradation intense du milieu physique (parcours) compromettant d'une façon irréversible la reproduction de la végétation steppique : principale ressource alimentaire des troupeaux (BEDRANI. S, 1995 ).

### **B.METHODOLOGIE**

La méthodologie retenue afin d'étudier le fonctionnement du système de production agro-pastoral, repose principalement sur la mise en place d'un suivi et la réalisation d'enquête sur le terrain. Celle-ci étudiera les composantes du système : homme, parcours, animal, dans son environnement socio-économique et prendra en considération les interrelations qui existent entre ces éléments.

**Choix d'un échantillon d'éleveurs à enquêter.** Le critère de choix qui nous a permis de dégager l'échantillon d'agro-pasteurs, concerne le nombre de brebis reproductrices.

Sur la base de l'enquête réalisée par le CREAD, 1989, nous avons choisi 11 agro-pasteurs au niveau de la commune d'El-Guedid et 9 agro-pasteurs à Deldoul répartis sur 75 % de la superficie des communes. L'étendue de la région, les moyens humain et matériels disponibles, nous ont conduit à couvrir uniquement une partie des zones.

### **C.ANALYSE DU FONCTIONNEMENT DU SYSTEME DE PRODUCTION AGRO-PASTORAL**

Les systèmes de production peuvent être définis soit selon l'importance relative des différents types de terroirs (pastoral, agro-pastoral, et sylvo-agro-pastoral) ou selon le mode de conduite alimentaire (extensif, semi-extensif et intensif).

Concernant les zones d'enquête, le système de production qui est pris en considération est: le système de production agro-pastoral car les acteurs économiques associent l'élevage à la céréaliculture (MEDOUNI. Y, 1998).

Trois systèmes d'élevage sont présents dans la zone d'étude, ainsi on distingue :

1. **Sédentaire** : pour les éleveurs qui se déplacent dans un rayon de moins de 10 Km ;
2. **Semi-sédentaire** : pour les éleveurs qui parcourent une distance entre 20 et 50 Km ;
3. **Transhumant**: pour les éleveurs qui font des déplacements de grandes amplitudes (plus de 100 Km)

## 1. Analyse du système d'élevage

### 1.1- Conduite de la reproduction

Quelques éléments semblent être utiles pour expliquer la conduite de reproduction au sein des exploitations enquêtées. Mais, on signale que la conduite de reproduction est identique dans les deux systèmes de production étudiés.

- Les béliers sont constamment dans les troupeaux et les luttés sont libres, ainsi les brebis ne profitent pas de l'effet bélier ;
- Rare les éleveurs qui distribuent un complément d'alimentation aux brebis en périodes de chaleurs au niveau de la commune d'El-Guedid, par contre les éleveurs de Deldoul distribuent de l'orge un mois avant la saison des luttés et ce dans le but de compenser le déficit des parcours pendant cette période de l'année ;
- La race dominante des ovins chez les agro-pasteurs de Deldoul est la Ouled-Djelal, par contre, à El-Guedid, la race dominante est la Rimbi ;

Il est difficile d'estimer le nombre de brebis de réforme dans les différents troupeaux, néanmoins, l'étude nous a permis de constater que le nombre des animaux de réforme peut atteindre des proportions importantes, ceci étant valable aussi bien dans la commune de Deldoul que celle d'El-Guedid.

La saison de lutte débute au mois de Mai et dure jusqu'au mois de Juillet. Malheureusement, pendant cette période de l'année, la production des parcours est très faible et ne peut couvrir les besoins des animaux.

Cette conduite de reproduction fait que les naissances sont étalées durant tout le long de l'année avec des pics en décembre et janvier. Mais ces pics coïncident avec un déficit alimentaire très marqué.

### 1.1.1-Taux de fécondité

Le taux moyen de fécondité est légèrement plus élevé chez les agro-pasteur de d'El-Guedid comparé à celui des agro-pasteurs de Deldoul, soit 88% contre 87% (Tableau 1). Mais dans les deux cas le taux de fécondité parait faible, compte tenu des références connues sur les races utilisées (ABBAS, 1986). Par contre, cette étude a révélé que certaines exploitations, ont peut réaliser des performances satisfaisantes, tel que le n° 11 dont le taux est de 165%. Ceci s'explique par une meilleure conduite alimentaire qui permet aux animaux d'extérioriser leur vrai potentiel génétique.

Tableau : 1 **Taux moyens de fécondité et de proloficité chez les animaux de Deldoul et d'El-Guedid(%)**

Commune	Deldoul	El-Guedid
Fécondité	87	88
Prolificité	103	110

Source : Enquêtes+Nos calculs

### 1.1.2-Taux de prolificité

Ce paramètre a été évalué en moyenne à 103 % pour les animaux de Deldoul et à 110% chez les animaux de la commune d'El-Guedid (Tableau 1), cette dernière est caractérisée par une meilleure disponibilité alimentaire en particulier les aliments cultivés. Il apparaît que les bons résultats sont obtenus par les n° 11 et 8 à cause d'une conduite d'élevage qui est respecte l'état physiologique des animaux (lutte, gestation, mise-bas...).

En conclusion, on peut avancer qu'avec 1,03 et 1,10 agneaux produits par femelle et par an, on peut dire que la productivité des animaux est relativement moyenne compte tenu des conditions climatiques et alimentaires difficiles.

Mis à part la conduite alimentaire inadéquate, les faibles performances de la majorité des exploitations sont dues :

1. La consanguinité accrue qui est liée au manque de renouvellement et de changement des mâles entre élevage ;
2. L'entrée des agnelles en reproduction à un âge précoce ;
3. Le refus généralement de l'introduction des techniques d'élevage moderne telle que la synchronisation des chaleurs.

### 1.1.3-La conduite de production

Les mortalités enregistrées sont élevées, en examinant le tableau 2, on constate que les mortalités des jeunes animaux de moins de six mois ont atteint respectivement 10% pour les éleveurs de Deldoul et 11% pour ceux d'El-Guedid.

Tableau : 2            **Structure des mortalités des communes de Deldoul et El-Guedid (%)**

Communes	Brebis	Agneaux	Chèvres	Chevreaux
Deldoul	7	10	19	23
El-Guedi	3	11	6	10

Source : Kanoun, M.1997

Mis à part les conditions climatiques, les maladies pulmonaires et digestives (infectieuses et parasitaires) sont la deuxième cause des mortalités. En effet, l'absence de traitements prophylactiques, la sous-alimentation et l'enterotoxémie ( provoquée par un changement brusque de régime alimentaire en période estivale), sont les principales causes des mortalités des animaux.

### 1.2-Mode d'exploitation des parcours collectifs

C'est l'étude du comportement des agro-pasteurs par rapport aux parcours collectifs. Ce comportement n'est autre que les déplacements quotidiens, saisonniers ou occasionnels que peut effectuer l'agro-pasteur pour s'adapter à l'aridité du milieu.

Les déplacements ont toujours caractérisé le mode de vie des agro-pasteurs, c'est même l'élément essentiel dans le processus de production pastoral et agro-pastoral.

Le mode d'exploitation des parcours est hétérogène chez les agro-pasteurs et dépend des moyens disponibles (niveau d'équipement) et du mode de faire valoir du cheptel.

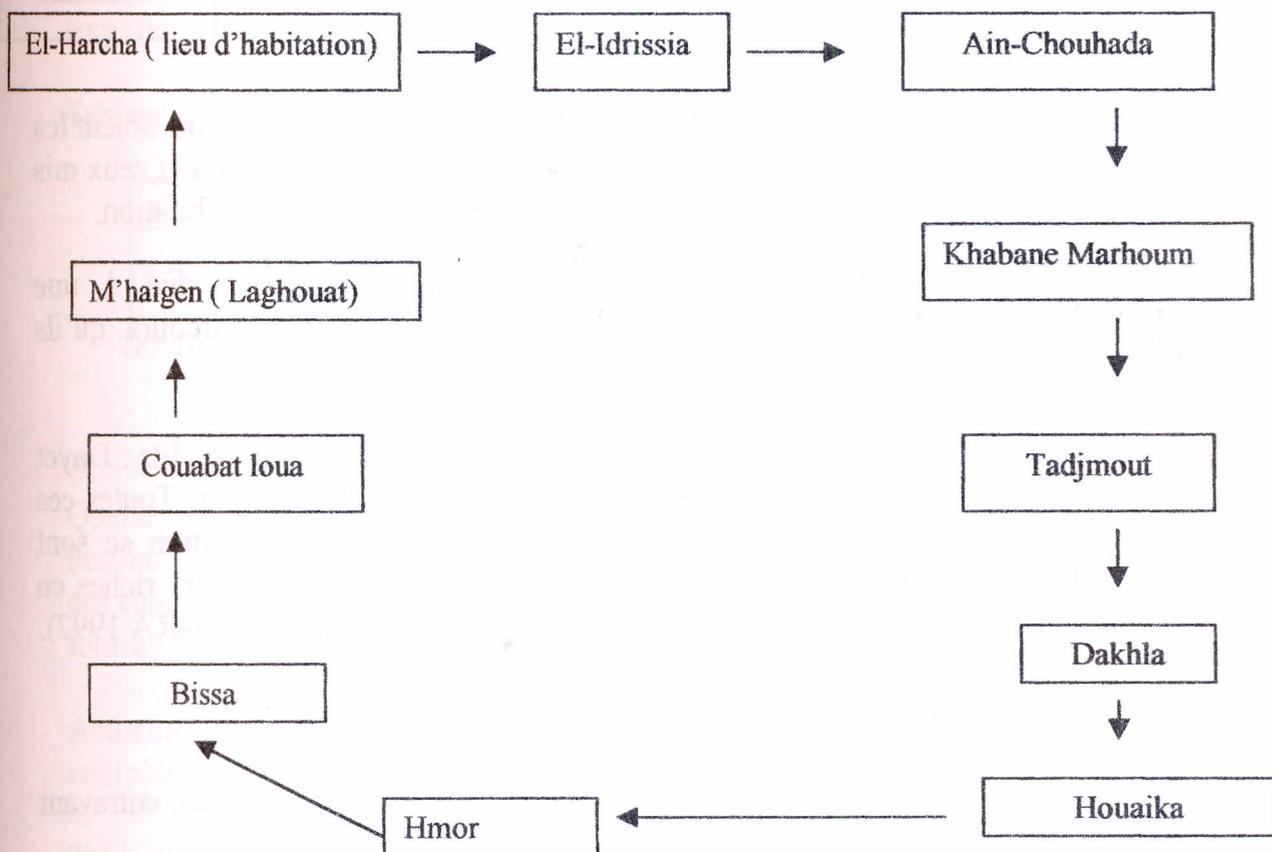
Comme déjà cité, on distingue trois types de comportement :

1. Les transhumants ;
2. Les semi-sédentaires ;
3. Les sédentaires.

Les agro-pasteurs transhumants appartiennent à la fraction des Ouled Baida. Les déplacements chez ce groupe, sont fonction de la pluviométrie, c'est ainsi qu'en 1996 année pluvieuse sur les parcours pré-sahariens, les troupeaux appartenant à ces agro-pasteurs ont été acheminés sur une distance de 200 km ( Wilaya limitrophe : Laghouat) où ils ont passé les trois saisons de l'année (automne, hiver et printemps).

Pendant la période estivale, les agro-pasteurs restent sur leurs lieux de résidence au lieu dit «El-Harcha » où ils détiennent des parcours d'Alfa ( voir carte de la végétation naturelle, INRA, 1997).

### Itinéraire de déplacement

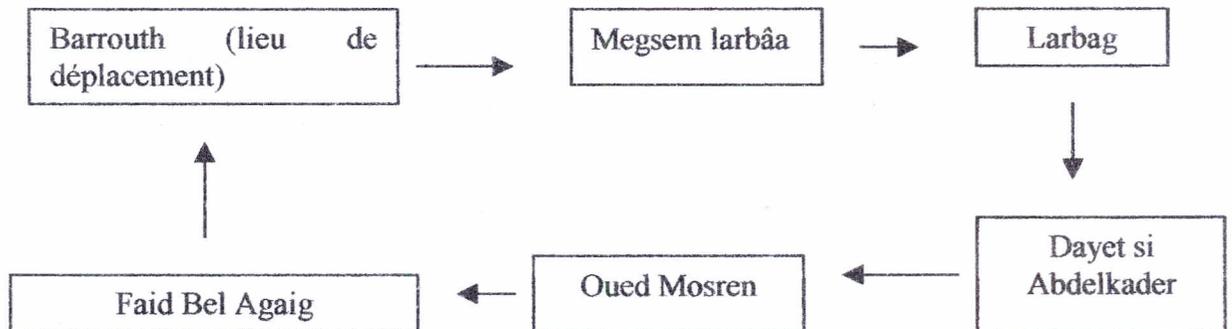


**Les semi-sédentaires :** les agro-pasteurs semi-sédentaires se déplacent soit en tracteurs, en charrettes et même en camions lorsque l'agro-pasteur est aisé.

Cette catégorie d'agro-pasteurs font des déplacements à faible amplitude (20 à 50 km) sur des terres de cultures possédées ou louées.

Ils se déplacent sur trois saisons de l'année ( hiver, printemps, et été ) à Faid Bel Agaig lieu situé à environ 25 km de lieu d'habitation ( voir carte de déplacement, INRA 1997)

### Itinéraire de déplacement



**Les sédentaires :** le reste du groupe ne se déplace et ce quelles que soient les conditions climatiques, les animaux exploitent les parcours collectifs et ceux mis en défens, ainsi que les terres de cultures avoisinant leurs lieux d'habitation.

Selon ces agro-pasteurs, la raison de leur immobilité est due à une proportionnalité entre le nombre de leurs animaux et les parcours qu'ils exploitent.

Les parcours utilisés par les animaux sont situés au niveau des lieux dits : Dayet El Gort, Dayet Noffikh, Dayet El Halfa, Naithat El J'mal, Maâdhar. Toutes ces micro-Dayet sont situées sur le plateau-vallon de chbket barrouthn se sont généralement des terres cultivées en céréales avec quelques parcours riches en Sennagh et Drin ( voir carte des pâturages et carte de la végétation, INRA 1997).

### Problèmes liés aux déplacements :

- Selon les agro-pasteurs, une série de problèmes leur restent posés, entravant tout déplacement et qui sont :
  1. Les couloirs de transhumances qui sont souvent altérés par une céréaliculture incontrôlée, ce qui rétrécit les lieux de passage et crée des frictions entre transhumants et agriculteurs ;
  2. Dans la quasi-majorité des cas, les passages ne sont pas ou sont mal desservis en points d'abreuvement ;
  3. Pratique de Gdal.

### **1.3-La conduite alimentaire des troupeaux**

Le système alimentaire du cheptel enquêté repose sur l'utilisation des ressources cultivées (orge en grain, orge en vert, paille, chaumes...) en plus des ressources naturelles (parcours à alfa, armoise.....).

#### **1.3.1-Les aliments cultivés**

Selon la structure de l'alimentation (Tableau : 3), l'orge en grain et l'orge en vert occupent les principales ressources au niveau de la commune de Deldoul, alors qu'au niveau d'El-Guedid, l'orge en vert et les chaumes sont les plus utilisées par les animaux. Cette différence est expliquée principalement par la superficie importante cultivée en orge.

Tableau : 3            **Structure de l'alimentation cultivée (%)**

<b>Communes</b>	<b>Orge en grain</b>	<b>Orge en vert</b>	<b>Chaumes</b>	<b>Paille</b>
Deldoul	26	23	1	13
El-Guedid	15	36	30	1

Source: Kanoun. M, 1997

#### **1.3.2-Contribution des parcours**

Quelle que soit la région, les parcours ne sont plus en mesure de couvrir les besoins alimentaires des animaux. La dégradation des pâturages et la diminution des superficies des parcours, ont entraîné la diminution considérable du potentiel fourrager de la steppe.

Actuellement, nous ne pouvant pas imaginer un élevage steppique sans complémentation en aliments cultivés ( Tableau : 4).

Tableau : 4            **Contribution des parcours (%)**

<b>Communes</b>	<b>Exploitation</b>	<b>Parcours</b>
Deldoul	63	37
El-Guedid	82	18

Source: Kanoun, M, 1997

## 2. Système de culture

Suite à la régression des déplacements des troupeaux vers les zones céréalières (Achaba), les éleveurs se sont orientés vers la culture des céréales sur les parcours<sup>1</sup> en particulier l'orge et le blé au détriment des meilleurs pâturages.

Les résultats figurant dans le tableau 5, montrent que la superficie moyenne est de l'ordre de 19 ha et de 2 ha respectivement pour l'orge et le blé concernant les agro-pasteurs de la commune de Deldoul et de 16 ha et de 08 ha pour ceux d'El-Guedid (. On constate que les agro-pasteurs d'El-Guedid consacrent une superficie plus importante pour le blé. Cela est dû aux conditions climatiques plus favorables ( $p > 300\text{mm}$ ).

Tableau : 5 **Céréaliculture steppique dans la commune de Deldoul**

Espèces	Dose de semis	Rendement moyen	Superficie moyenne
Orge	40 Kg	3Q/ha	19 ha
Blé	21 Kg	1Q/ha	2 ha

Tableau : 6 **Céréaliculture steppique dans la commune d'El-Guedid**

Espèces	Dose de semis	Rendement moyen	Superficie moyenne
Orge	40 Kg	3Q/ha	16 ha
Blé	21 Kg	2Q/ha	8 ha

Source : Kanoun. M, 1997

Les rendements sont faibles et varient de 1 à 3 Q/ha et de 1 à 5Q/ha respectivement pour l'orge et le blé. Ces faibles rendements ne sont pas expliqués seulement par les mauvaises conditions climatiques mais l'itinéraire technique utilisé par les éleveurs, est également un facteur limitant entraînant une production médiocre.

1. La stratégie des éleveurs pour les deux communes est la même à savoir l'appropriation des terres collectives par la mise en place d'une céréaliculture épisodique

En effet, aucune préparation de lit de semence, le semis se fait à la volée et les graines sont recouvertes par une charrue à socs ou dans la majorité des cas par une déchaumeuse ce qui fait que les graines sont entre 4 et 6 cm de profondeur. Ceci entraîne par conséquent une perte de semences enfouies profondément, une levée hétérogène et un peuplement inférieur de plantes au mètre carré (FAO, 1986).

### **3. Résultats économiques**

L'étude réalisée auprès des agro-pasteurs d'El-Guedid et de Dedloul, a permis de mieux comprendre leurs activités économiques.

La structure des revenus montre l'importance de la production animale qui fournit en moyenne plus de 90% des revenus chez les agro-pasteurs de Deldoul et 77% chez ceux d'El-Guedid. La structure fait ressortir la contribution d'autres ressources provenant d'activités agricoles et non agricoles. Ces activités relativement importantes ont atteint des proportions de l'ordre de 15% et 38% du revenu total.

Malheureusement, ces revenus ne sont pas utilisés dans l'amélioration des conditions d'élevage mais dans l'achat des maisons, du matériel agricole (tracteur, citerne, charrues...) et en fin dans l'achat de bétail (Tableau : 7).

Tableau : 7 **Structure des investissements %**

Investissements	Achat de bétail	Autres investissements*	Total
Dedloul	13	87	100
El-Guedid	35	65	

Source : Kanoun, M.1997

\* : Maisons, tracteurs, charrues, citernes

## **CONCLUSION**

A travers cette étude, nous avons pu identifier les contraintes et les avantages de ce système de production.

Les techniques de production employées sont identiques et cela quel que soit le système de production.

La seule différence qui existe entre les deux systèmes réside dans la conduite alimentaire. En effet, les besoins alimentaires des animaux de la commune d'El-Guedid sont généralement couverts par des aliments cultivés.

Dans les deux cas nous avons identifier certains agro-pasteurs qui ont réalisé des performances satisfaisantes malgré les conditions climatiques et alimentaires très difficiles.

Actuellement les techniques de production ne sont plus adaptées aux conditions socio-économiques du pays. A cet égard, les facteurs de production ont considérablement augmenté d'une part et les parcours n'arrivent plus à couvrir les besoins alimentaires des troupeaux d'autre part. Ainsi, l'agro-pasteur ou le pasteur se voit dans l'obligation d'améliorer ces performances techniques sans pour autant renoncer à son mode de vie et à ces traditions puisque comme nous l'avons signaler à travers notre étude que certains éleveurs ont obtenus des résultats satisfaisants, dus au fait que ces derniers ont nettement amélioré leurs systèmes techniques par une conduite des troupeaux rationnelle et adaptée au marché.

## Bibliographie

**ABBAS, K. 1986** : Contribution à la connaissance des races ovines algérienne : cas de la race O . D ( étude des paramètres zootechniques de reproduction ). Thèse d'ingénieur département zootechnie I N A.

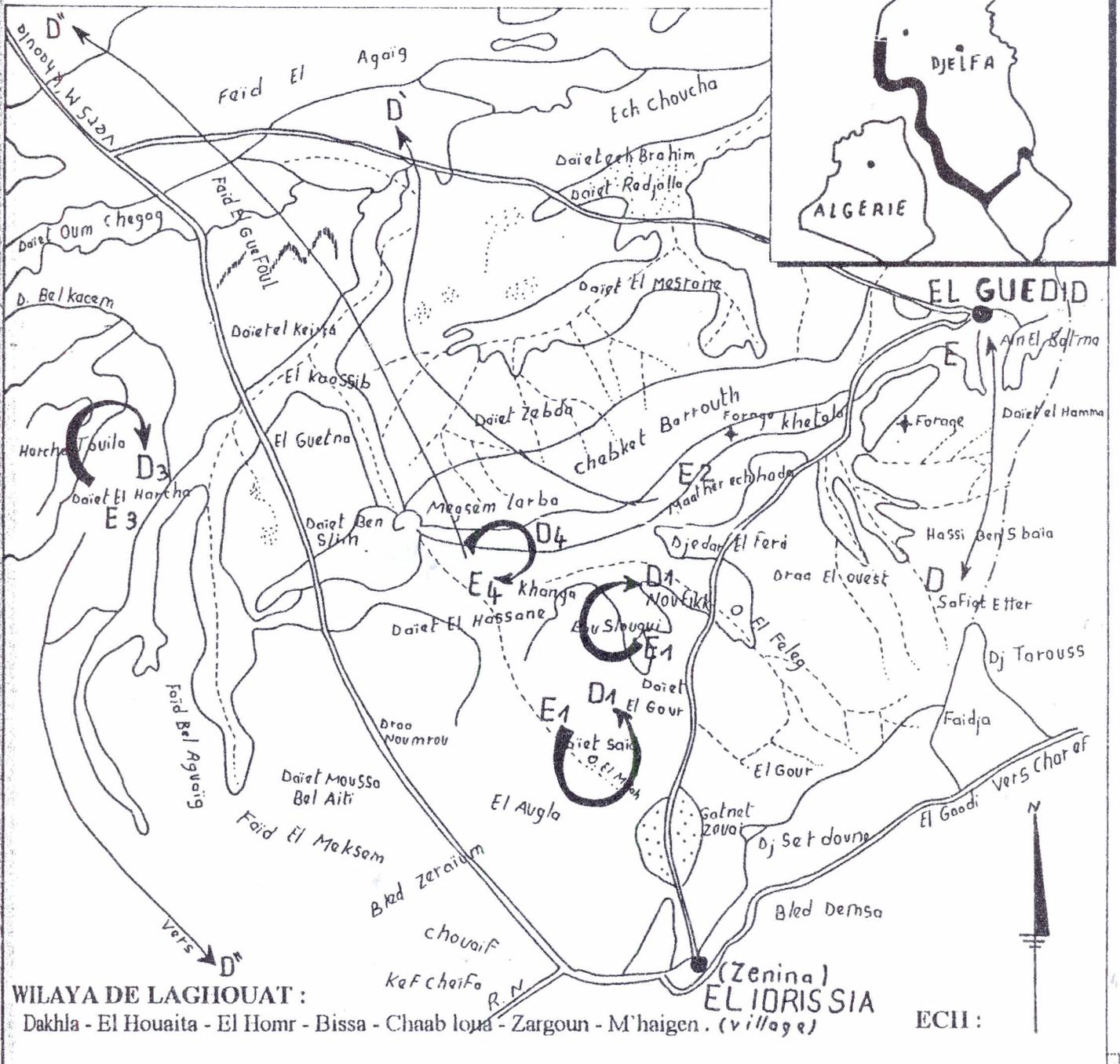
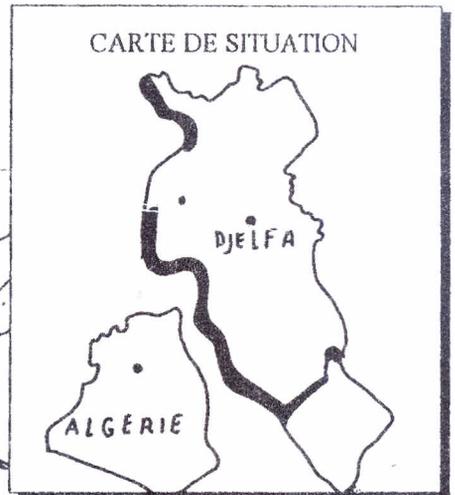
**BEDRANIS, 1995**. Une stratégie pour le développement des parcours en zones arides et semi-arides, document de la Banque mondiale, Août 1995.

**FAO, 1986** : Intégration céréaliculture et élevage, Algérie. Conclusions et recommandations du projet. A.G : DP/ ALG/77/ 028 Rapport Final. Rome, 1986. 37 p.

**KANOUN, M. 1997**. Structure des revenus des agro-pasteurs et effets des techniques de production sur la formation des revenus, cas de la wilaya de Djelfa, communes de Deldoul et El-Guedid. Thèse de Magister, INA El-Harrach, Alger, 1997.

**MEDOUNI, Y. 1998** : Etude de systèmes de production agro-pastoraux en milieu steppique. Cas de la wilaya de Djelfa, communes de Deldoul et El-Guedid. Thèse de Magister. INA El-Harrach. Alger. 1998

# CARTE DE DEPLACEMENT DES ELEVEURS "OULED BAIDA" DANS LA REGION D'EL GUEDID VILLAGE + BARROUTH + EL HARCHIA



WILAYA DE LAGHOUAT :

Dakhla - El Houaita - El Homr - Bissa - Chaab loua - Zargoun - M'haigen . (village)

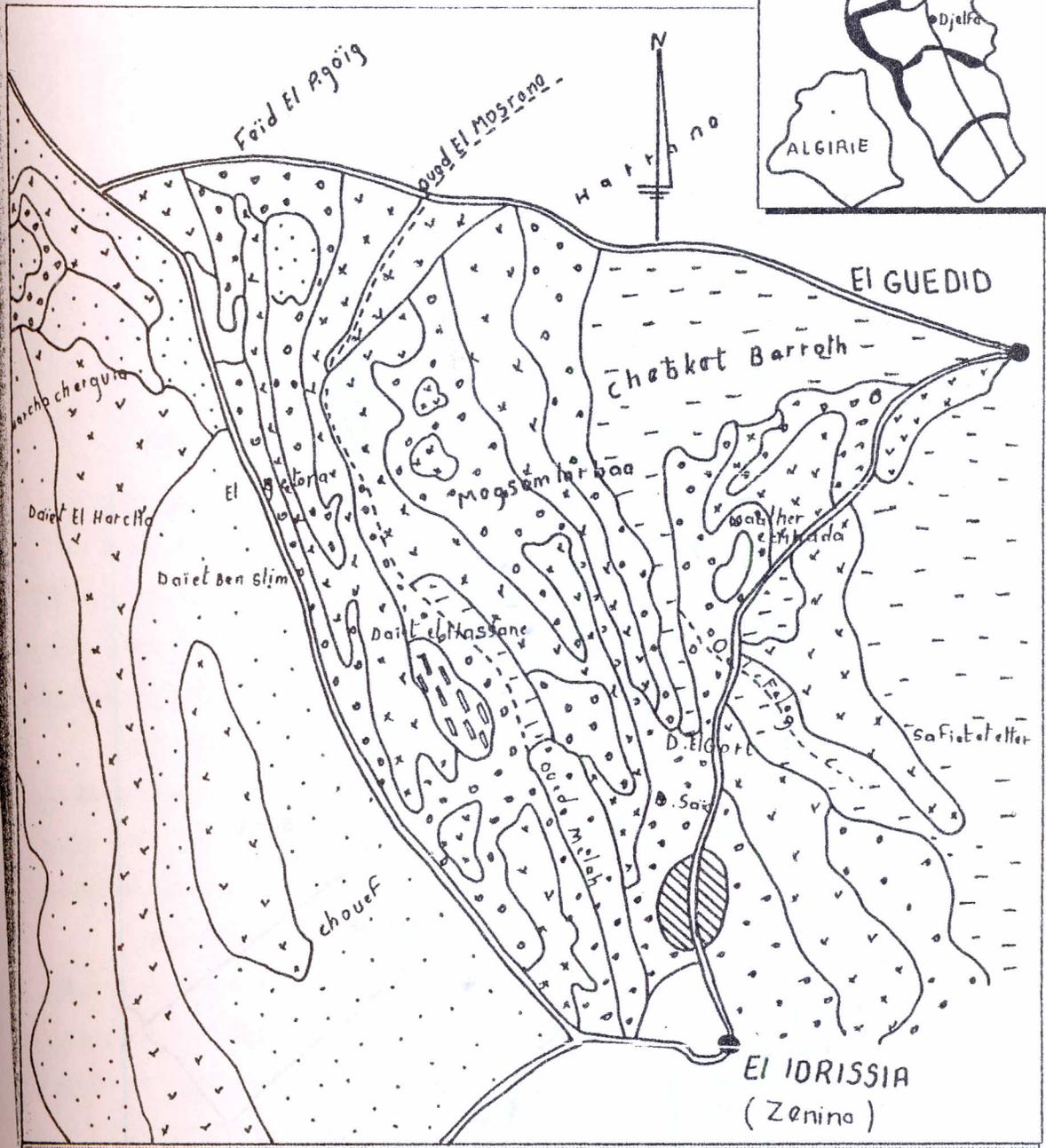
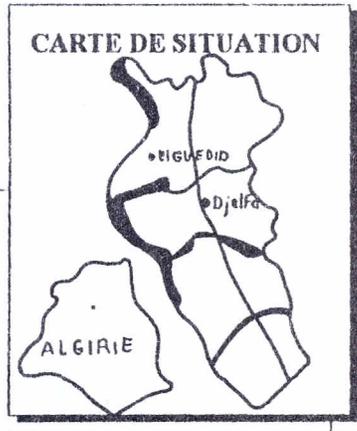
ECH :

.....	Route communale	A		A	
.....	Oued ( continu )	N		N	
B	Eleveurs au village	N	←	N	→
E1,E2,E3,E4	Eleveurs sur parcours	E	←	E	→
D,D1,D2,D3,D4	Déplacement local sur parcours	E	←	E	→
D'	Déplacement zonal à moyenne portée ( 25 Km )	H	←	H	→
D''	Déplacement zonal à grande portée ( hors Wilaya + 100 Km )	U	←	U	→
↻	Rotation pastorale locale	M	←	M	→
		I	←	I	→
		D	←	D	→
		E	←	E	→

	Toute l'année	A		A	
	Toute l'année	N		N	
	Toute l'année	E	←	E	→
	Hiver. Printemps . Eté	E	←	E	→
	Toute l'année	S	←	S	→
	Toute l'année	E	←	E	→
	Toute l'année	C	←	C	→
	Toute l'année	H	←	H	→
	Toute l'année	E	←	E	→

CARTE DE LA VEGETATION NATURELLE VUE PAR  
 LES ELEVEURS ( OULED BAIDA ) SUR LES PARCOURS  
 DE BARROUTH - EL HARCHIA.



LEGENDE

-  Terres agricoles labourées (orge et blé dur)
-  Parcours à dominance "Alfa"
-  Parcours à dominance "Drin" et "Senagh"
-  Parcours à dominance "Jaida" + "Dgoft" + "Jertil" + "Chok"
-  Arbres fourragers "Gtaf"
-  Parcours à dominance "Btom"

WILAYA DE DJELFA



**LEGENDE**  
 ——— : LIMITES DE DAIRA  
 - - - : LIMITES DE COMMUNE  
 (○) : CHEF LIEU DE WILAYA  
 (●) : CHEF LIEU DE DAIRA

ECHELLE : 1/50.000

M<sup>me</sup> M'SALLAH-BOUMENDJEL, AMEL\* ; M' M'SALLAH,  
MAHFOUD\* ; M' BOUMENDJEL, MAHI-EDDINE\*\*

\* Département des sciences agronomiques et vétérinaires (El-Tarf 36000)

\*\* Département de Biochimie (Faculté des sciences. Sidi Amar, Annaba)

### Thème

## Recherche de pectinase et d'alpha-amylase chez une souche locale d'*Aspergillus sp*

Mots clés : pectinase – alpha-amylase – Lyase – *Aspergillus sp* – CCM

### Résumé :

Parmi les êtres vivants, certains micro-organismes bioréducteurs sont capables de réaliser le transfert de matières du monde organique au monde minéral. Cela est dû, en grande partie, à leur capacité de production d'enzymes de type polysaccharidases dégradant ainsi la biomasse végétale composée de cellulose, pectine, lignine, amidon ....etc.

Aussi, dans le but de mettre en évidence ces activités enzymatiques chez une souche d'*Aspergillus sp* provenant d'un sol Algérien ( région universitaire de Sidi-Amar – Annaba ), nous avons utilisé des méthodes chromatographiques (CCM), colorimétriques (acide thiobarbiturique) et spectrophotométriques (Nelson-Somogyi ).

Cette souche, issue de deux milieux contenant différentes concentrations de mercure, puis cultivée à un pH acide, a sécrété des alpha amylases ( EC : 3.2.1.1 ) et des pectinases de type lyases. En effet, les substrats ( pectine et amidon ) mis à disposition de ce champignon ont été dépolymérisés par l'action de ces polysaccharidases fongiques.

Ce sont les produits de dépolymérisation apparus dans les filtrats de culture qui nous ont permis de mettre en évidence ces activités dépolymérisantes.

La dépolymérisation du substrat pectique hautement estérifié par un mécanisme de bêta élimination est probablement due à l'action des pectines lyases recensées sous la référence EC : 4.2.2.10. A cet effet, les estérases ne pourraient être synthétisées car généralement elles accompagnent les polygalacturonases et quelques fois les pectate-lyases, ce qui n'est pas le cas.

## **Introduction :**

Le sol a été défini comme « la partie de la croûte terrestre où la géologie et biologie se rencontrent ». Le sol est en effet un milieu vivant sur un support organique et minéral solide. Les caractéristiques du sol varient très largement suivant le lieu, le climat, la profondeur, etc.... le sol renferme des matières minérales et organiques, de l'eau libre qui transite dans les espaces inter-particulaires, ou qui est absorbée à la surface de ces particules, des gaz circulant dans les principaux représentants sont : l'anhydride carbonique, l'oxygène et l'azote, enfin une phase biologique constituée de formes végétales et animales supérieures et de micro organismes.

Cette flore microbienne est très variée, et comprend des bactéries, des algues, des protozoaires, des virus et enfin des Champignons (Tab. I). Ces derniers se développent en surfaces et s'insèrent dans les couches superficielles par leur prolongement mycélien, ce qui favorise la friabilité du sol.

Ce sont des êtres vivants bioréducteurs, capables de réaliser le transfert de matières du monde organique au monde minéral. Cela est dû, en grande partie, à leur capacité de production d'enzymes de type polysaccharidases dégradant ainsi la biomasse végétale composée de cellulose, pectine, lignine, amidon ....etc.

Ce sont les produits de dépolymérisation apparus dans les filtrats de culture qui nous ont permis de mettre en évidence ces activités dépolymérisantes grâce à des méthodes chromatographiques (CCM), colorimétriques (acide thiobarbiturique) et spectrophotométriques (Nelson-Somogyi).

### **1- souche fongique et milieu et de culture :**

Le microorganisme utilisé pour la production des polysaccharidases (pectinases et amylases) est un champignon local appartenant au genre *Aspergillus*. ( Fig. 1 )

Ce micro-organisme a été isolé à partir du sol de la région universitaire de Sidi Amar à Annaba. Il a été cultivé au laboratoire de pédologie sur deux milieux solides contenant des concentrations respectives de 0.1 ppm et 300 ppm de HgCl<sub>2</sub>.

Cette souche a été repiquée sur milieu CZAPEK [ 1 , 2 ] additionné tantôt de pectine tantôt d'amidon, où au bout de quatre (04) jours il y a eu développement d'une masse cotonneuse mycélienne indiquant les capacités de sécrétion de pectinases et d' $\alpha$ -amylases.

## 2- Méthodes de détection des activités dépolymérisantes :

La production d'enzymes dépolymérisantes peut être mise en évidence rapidement et directement par recherche des produits de dépolymérisation en utilisant la chromatographie monodirectionnelle ascendante sur couche mince. Ces derniers donnent des tâches noires sur le chromatogramme ( Fig. 2) selon la réaction furfuralique basée sur la déshydratation des oses en milieu acide fort et à chaud, ce qui confirme l'observation macroscopique précédente.

L'action des dépolymérases sur leurs substrats respectifs provoque l'apparition en quantité croissante de groupements réducteurs. La méthode Nelson-Somogyi [ 3 , 4 ], permet aussi bien dans le cas des pectinases ( polygalacturonases et lyases) comme celui des  $\alpha$ -amylases de mettre en évidence, par mesure de l'absorbance à 650nm, l'apparition des sucres réducteurs ( Tab. II ).

La méthode colorimétrique à l'acide thiobarbiturique (T.B.A.) est spécifique aux lyases et met en évidence l'apparition d'oligomères insaturés au cours d'une  $\beta$ -élimination et permet par conséquent de conclure l'existence des lyases [ 5 ]. Cette dernière est appréciée par l'apparition d'une coloration rose vif ( Fig. 3 ), ainsi que par l'enregistrement des pics d'absorption au cour du défilement des longueurs d'onde » de 540 à 555 nm, avec un maximum d'absorption à 550 nm ( Fig. 4 ).

### Conclusion :

L'*Aspergillus sp.* issu de deux milieux contenant différentes concentrations de mercure, puis cultivés à un pH acide, a sécrété des  $\alpha$ -amylases ( E.C. : 3.2.1.1. ) et des pectinases de type lyases.

En effet, les substrats ( pectine et amidon ) mis à disposition de ce champignon ont été dépolymérisés par l'action de ces dépolymérases fongiques.

Ce sont les produits de dépoluymérisation apparus dans les filtrats de culture qui nous ont permis de mettre en évidence ces activités dépolymérisantes .

La dépolymérisation du substrat pectique hautement estérifié par un mécanisme de  $\beta$ -élimination est probablement du à l'action des pectine-lyases recensées sous la référence E.C. : 4.2.2.10.

A cet effet, les estérases ne pourraient être synthétisées car généralement elles accompagnent les polygalacturonases et quelques fois les pectates-lyases, ce qui n'est pas le cas.

Tab.I- Proportions relatives de micro-organismes dans le sol. [ 6 ]

Type	Nombre par gramme de sol
Bactéries	1-10 milliards
Champignons	100-500
Algues	100-500
Protozoaires	Milliers à centaines de milliers

Tab. II- Densités optiques des échantillons à 650nm

Echantillon	D.O. à 650nm
Filtrat de culture d'amidon en présence de l' <i>Aspergillus</i> issu de 0.1 ppm de HgCl <sub>2</sub>	0.88
Filtrat de culture d'amidon en présence de l' <i>Aspergillus</i> issu de 300 ppm de HgCl <sub>2</sub>	0.90
Filtrat de culture de pectine en présence de l' <i>Aspergillus</i> issu de 0.1 ppm de HgCl <sub>2</sub>	0.86
Filtrat de culture de pectine en présence de l' <i>Aspergillus</i> issu de 300 ppm de HgCl <sub>2</sub>	0.87

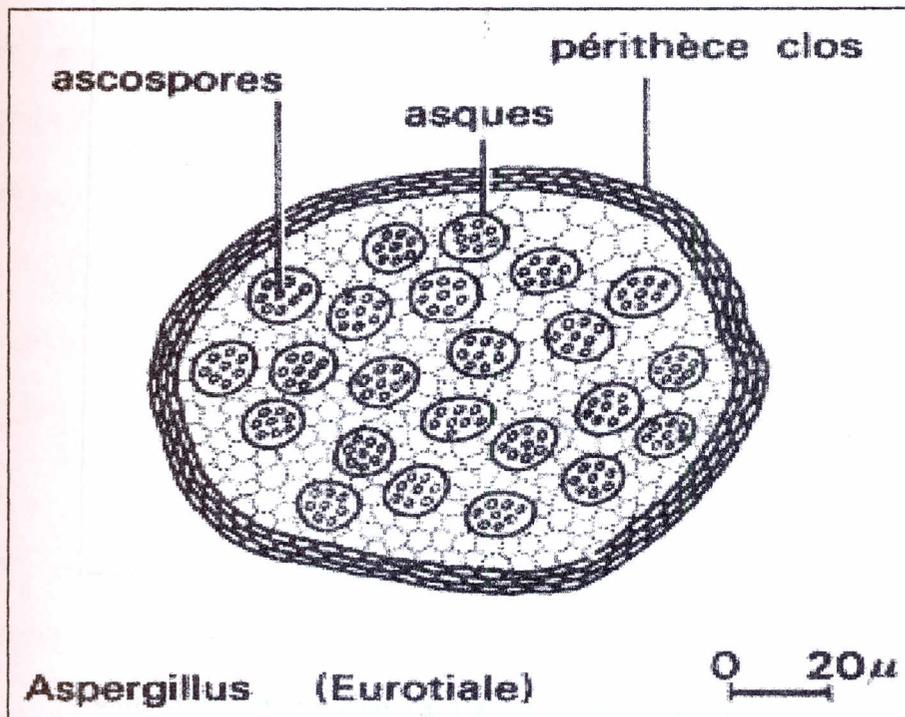


Fig. 1- Photo microscopie électronique de la structure fructifère d'*Aspergillus sp.* [ 7 ]

Fig. 2- Mise en évidence des produits de dépolymérisation de la pectine et de l'amidon dans les filtrats de culture par chromatographie de partage sur couche mince.

- T.P. : Témoin pectine
- P.1 : *Aspergillus sp.* ( à 0.1 ppm d'HgCl<sub>2</sub>) sur pectine
- P.2 : *Aspergillus sp.* ( à 300 ppm d'HgCl<sub>2</sub>) sur pectine
- T.A. : Témoin amidon
- A.1 : *Aspergillus sp.* ( à 0.1 ppm d'HgCl<sub>2</sub>) sur amidon
- A.2 : *Aspergillus sp.* ( à 300 ppm d'HgCl<sub>2</sub>) sur amidon

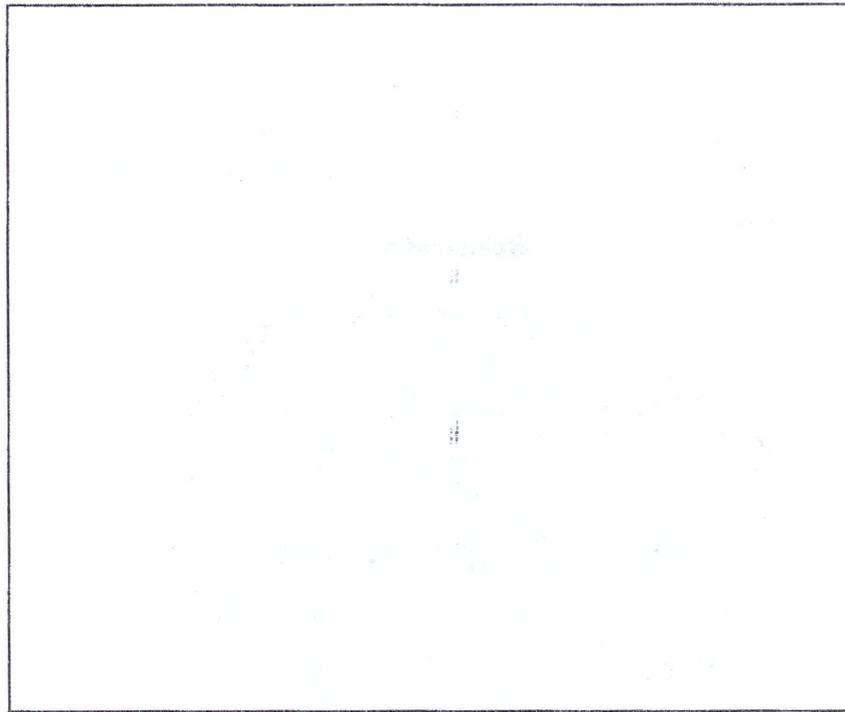


Fig. 3- Mise en évidence d'une activité lyase dans les filtrats de culture par observation d'une coloration rose vif après réaction T.B.A.

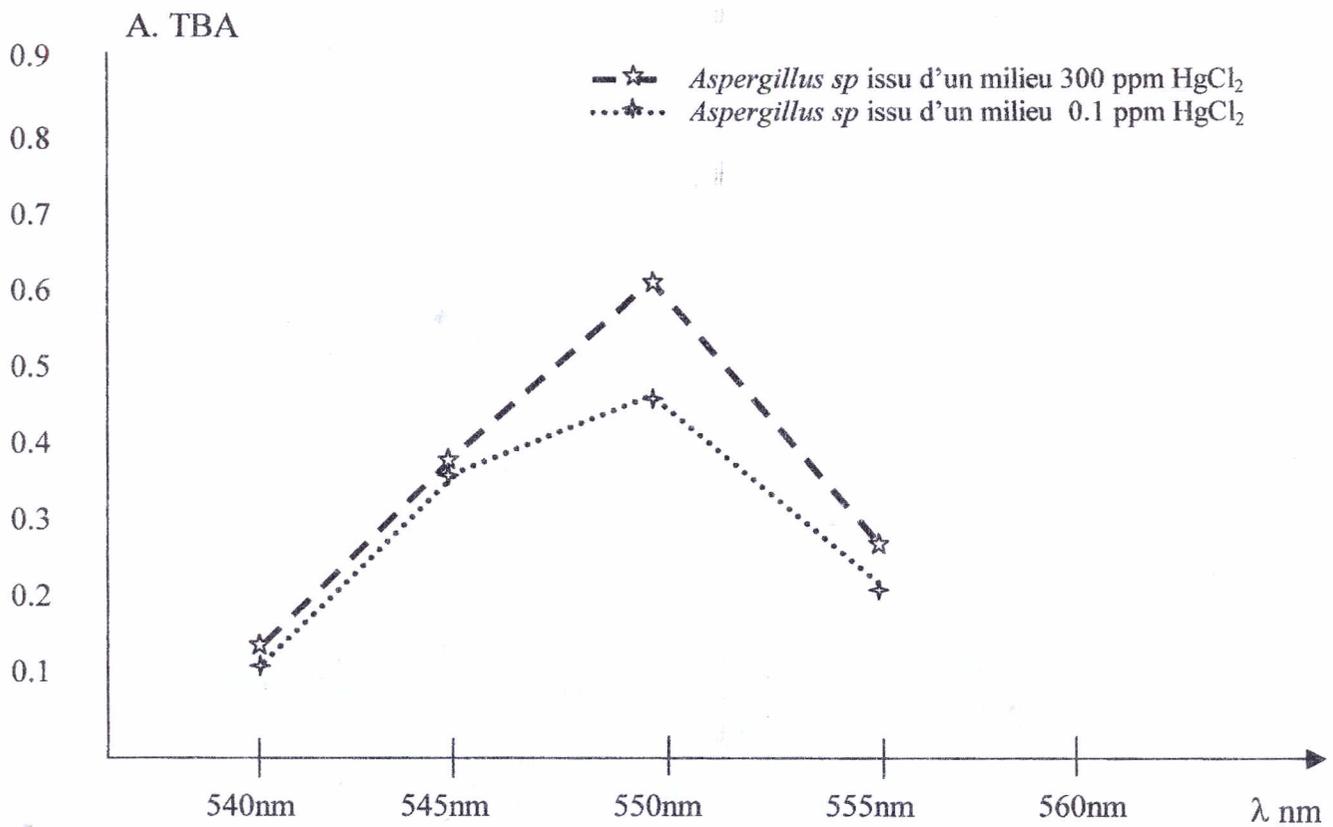


Fig. 4- Mise en évidence d'une activité lyase dans les filtrats de culture après test TBA.

### Références bibliographiques

- 1- Booth C., sans date – Fungal culture media – p. 67
- 2- Vanbreuseghem R. et al , 1978 – Guide pratique de mycologie médicale et vétérinaire – 2<sup>ème</sup> édition, Masson ed. Paris. p.p. 1-6 ; 27-29 ; 44-52 ; 231-234.
- 3- Nelson N., 1944 – A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. J.Biol.Chem. 153, 375, 380
- 4- Somogyi M., 1945 – A new reagent for the determination of sugars – J.Biol.Chem. 160, 61-73
- 5- Ladjama A., 1991 – Isolement, purification et caractérisation d'une endopectate lyase d'une souche de *Streptomyces*. Thèse de doctorat en biochimie. Univ. René Descartes. Paris
- 6- Leclerc H. et al, 1977 – Microbiologie appliquée – Doin ed. Paris. p.p. 79-80
- 7- Le Noël X., mai 1981 – Les moisissures : Le pire et le meilleur – in Science et vie n°764. Excelsior Publications ed. S.A. Paris. p.p. 82-87

C.R.S.T.R.A  
BIBLIOTHEQUE  
N°INV: E. CRSTRA 02 AC 24/01  
Date ..... 1999 .....

