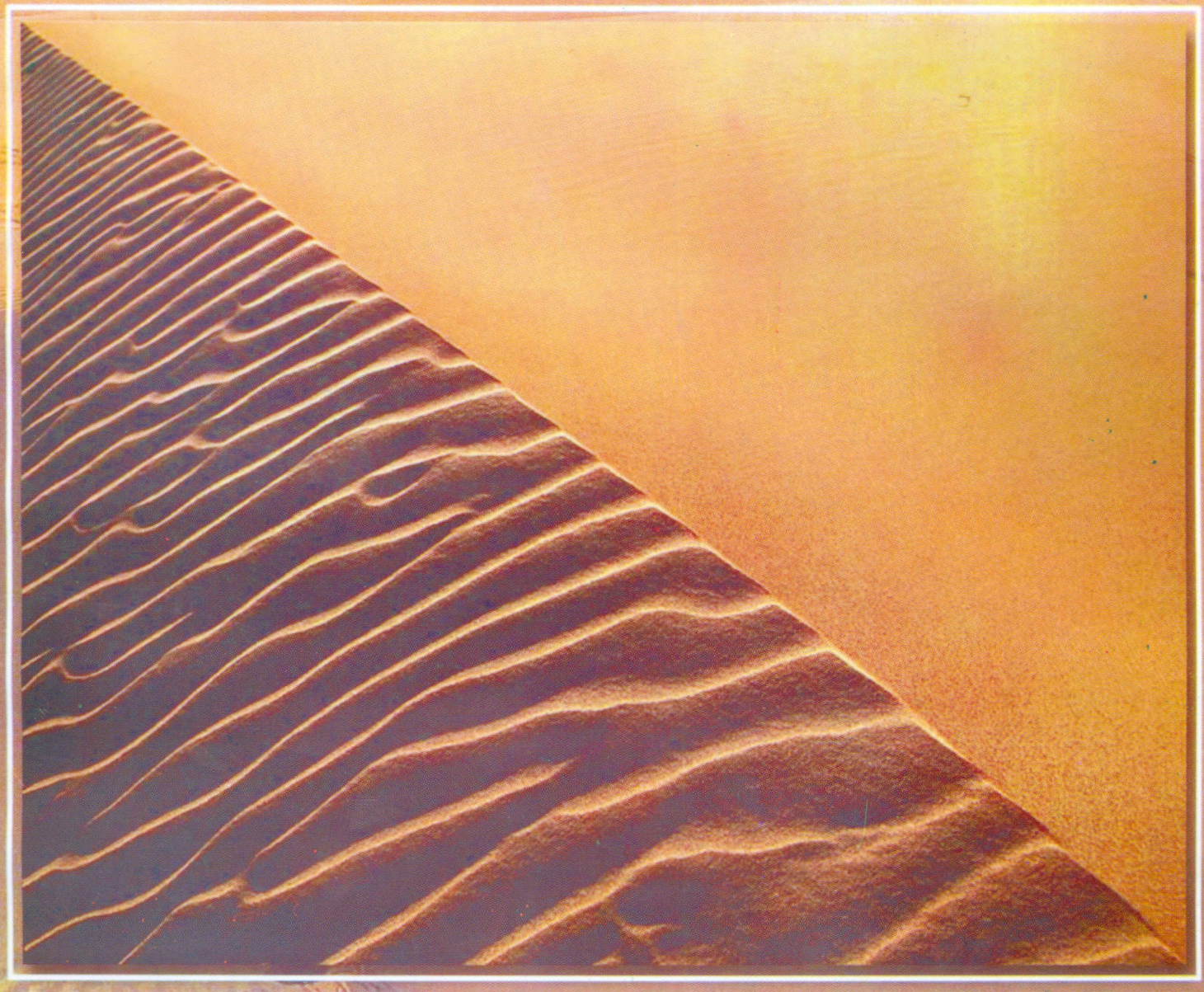
JOURNAL ALGERIEN DES REGIONS ARIDES

ALGERIAN JOURNAL OF ARID AREAS

Revue semestrielle N° 2 Juin 2003



Editée par :
Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides

La seule bataille perdue
est celle qu'on n'a jamais engagée

ISSN 1112-3273

Journal Algérien des Régions Arides.

Directeur de la revue : **GAOUAR Abdelaziz**
Directeur de la publication : **GAOUAR Abdelaziz**

Comité scientifique

AMBLARD Christian, Professeur (Université Clermont Ferrand 2 – France).
AIDOUD Ahmed, Maître de Conférence (Université de Rennes 1-France).
BALLAIS Jean Louis, Professeur (Université d'Aix en Provence -France).
BEDRANI Slimane, Professeur (CREAD-ALGER Algérie).
BEKKI Abdelkader, Maître de Conférence (Université d'Oran -Algérie).
BELGUIDOUM Said , Maître de Conférence (Université Aix Marseille 2 –France).
BELHAMEL Mayouf, Professeur (C.D.E.R- Alger).
BENAZZOUZ M.T. Maître de Conférence (Université Constantine)
BENCHIKH LEHOUCINE S. ; Professeur (Université de Bilida)
BENSAAD Ali, Maître de Conférence (Université d'Aix en Provence- France).
BERKAT Omar, Professeur (Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II Rabat- Maroc).
BOUAZZA Mohamed , Professeur (Université Tlemcen - Algérie).
CHAHER Mohamed, Professeur (ACSAD, Damas – Syrie).
COTE Marc, Professeur (Université d'Aix en Provence – France).
DELGADO ENGUITA Ignacio, Professeur (Institut d'Agronomie. Saragosse -Espagne).
DJABRI Larbi., Professeur (Université Annaba –Algérie).
DJEBAR Med Reda, Professeur (Université Annaba –Algérie)
DUBOST Daniel, Professeur (Université Angers - France)
EL KHATHIRI Mohamed Achour, Professeur (University of HADRAMOUT– Yémen).
GAOUAR Abdelaziz, Maître de Conférence. (Directeur du CRSTRA - Biskra –Algérie).
GADDES Nour Eddine, Professeur (FAO – Egypte).
GHAZI N. EL KARAKI, Professeur (University IRBID – Jordan).
GHOUL Mostefa, Professeur (Université de Sétif – Algérie).
HACINI Salih, Professeur (Université d'ORAN – Algérie).
KAABECHE Mohamed, Professeur (Université de Sétif – Algérie).
KAID HARCHE Meriem, Professeur (Université d'Oran - Algérie).
KETAB Ahmed, Professeur (Ecole National d'Alger- Algérie.)
KHATER Ahmed Mohamed Professeur (Académie de Recherche et Technologie du Caire -Egypte).
KHERICI Nacer, Professeur (Université Annaba –Algérie).
KANDRELIS Sotiris, Professeur (Institut de Technologie Agricole EPIRUS - Grèce).
LANCE Claude, Professeur (Labo. ROUSSEAUX Université Paris VI – France).
MAHTAR N , Professeur (Université d'Oran –Algérie).
MESBAH M. Professeur (USTHB–Algérie)
MOREAU François, Professeur (Labo. MAZLIAK Université Paris VI – France).
MOUFFOK FAWZIA , Professeur (Institut Pasteur Alger–Algérie)
MOURID MOHAMED, (ICARDA Tunis)
NEFFATI Mohamed, Maître de Recherche (IRA Médenine –Tunisie).
PORQUEDDU Claudio, Professeur (Institut d'Agronomie Pastorale de Sassari- Italie).
SABAOU Nasreddine, Professeur (ENS Kouba – Algérie).
SEMAI Mohamed Laid, Professeur (Université de Constantine- Algérie).
TACHERIFT Abdelmalek, Professeur (Université Sétif – Algérie).
TAZI Mohamed, Ingénieur en chef (Centre de production des semences pastorales El Djadida–Maroc).
HAMDI Walid Hadj, Professeur. (Institut de Génie Civil Université de HALEP - Syrie).

Comité de Rédaction :

DR BEDRANI S. : Professeur, CREAD Alger
DR KAABECHE M. : Professeur, Institut des Sciences Biologiques de l'Université de Sétif
DR DAOUD Y. : Professeur, Institut National Agronomique d'Alger
DR GHOUL M. : Professeur, Institut des Sciences Biologiques de l'Université de Sétif
DR HACINI S. : Professeur, Université d'ORAN
(Feu) DR SEMADI A. : Professeur, Université de Annaba
IKHLEF H. : Professeur, Département de Zootechnie I.N.A. Alger
GUELLATI M. A. : Professeur, Université de Annaba
HALITIM A. : Professeur, université de Batna.

EDITORIAL

Voici apparaître le deuxième numéro du Journal Algérien sur les Régions Arides (JARA). Le lecteur y trouvera trois domaines qui du moins apparaissent disparates. Cette diversification des thèmes nous est imposée par la grande variabilité des sujets d'actualité que nous avons à traiter dans les régions arides.

De l'application des énergies renouvelables, à la Foggara, en passant par les mouvements de sable, sa couverture végétale, la nutrition animale, voilà de quoi inviter le chercheur et le lecteur à une vaste réflexion quant à la complexité de l'écosystème saharien, qui reste pour nous l'invitation, ô combien passionnante, à réfléchir sur le devenir de ce vaste chantier, où les hommes qui y vivent, nous interpellent chaque jour ! Le JARA, se propose en tant qu'outil d'information, de lever quelques peu le voile sur les différentes problématiques que nous nous proposons de poser. Voir vaste et clair tout en restant réaliste, tout en restant fidèles aux traditions sahariennes, en respectant le savoir-faire local, les articles que nous offrons ouvrent une vaste réflexion, sur ce que peut apporter la pluridisciplinarité, dans une approche de développement soutenable.

Celui-ci, ne peut être dissocié du problème de l'eau, son économie, sa gestion raisonnable, sa mobilisation et les voies et moyens de son utilisation. Aussi la foggara constitue-t-elle une problématique préoccupante.

L'eau est source de vie, chose bien connue. Elle constitue la base d'une biodiversité qui hélas va en s'amenuisant. Alors quoi de plus naturel que de se pencher sur le devenir d'une race Ouled Djellal qui fait la fierté du patrimoine ovin algérien.

L'espace saharien n'est pas uniquement ce lieu où il fait bon y vivre, quelques jours, méconnaissant les difficultés du quotidien au quotidien. L'épaisseur de l'histoire saharienne est là pour nous rappeler le quotidien et ses difficultés qui pourrant être atténuées par des technologies douces et modernes. N'est-ce pas là un immense espace d'idées à découvrir ?

GAOUAR Abdelaziz
Directeur du CRSTRA

Sommaire

Effets saisonniers des apports nutritionnels de concentrés sur l'ingestion et la dégradation ruminale des composants du pâturage chez la brebis
CHEMMAM M. ; GHELLATI M. A. 01

Evolution des paramètres météorologiques lies au passage d'un vent de sable dans une région de la steppe algérienne
MESSEN N. ; YOUCEF ETTOUMI 13

Etude des courbes de récession dans les grès fissurés du Continental Intercalaire sous un climat aride,(Djebel Amour, Atlas Saharien Central, Algérie)
STAMBOUL M. ;ISSAADI A. 24

Etude de la dynamique de la végétation sur les dunes fixées dans la zone d'El-Mesrane (cordon-dunaire, Djelfa)
CHOUIAL A 31

Impact d'un traitement avec le Dursban 240(acridicide) sur l'entomofaune associée en palmeraie dans la cuvette de Ouargla (nord-est Sahara)
OULD EL HADJ M.D. ;ABDI M 43

Processus d'effondrement d'une foggara
REMINI B. 55

Exploitations agricoles des milieux semi-arides de la région de Sétif adaptation de leurs systèmes de production
BENNIOU R. ; MADANI T. ; BRINIS L. 61

Variations annuelles du poids vif et de la notation corporelle de brebis Ouled Djellal au cours des principales phases physiologiques
CHEMMAME M. ; GUELATI MA. ; BAIRI A./OUALI K 73

Etude comparative des systèmes de pompage photovoltaique bases sur un moteur a induction
BETKA A. ;MOUSSI A 76

Apports des isotopes stables et radioactifs à l'étude des modalités d'alimentations des aquifères d'Ain Oussera (Algérie) sous climat semi-aride
STAMBOUL M.;MEBROUK N.;ISSAADI A 84

Effets saisonniers des apports nutritionnels de concentrés sur l'ingestion et la dégradation ruminale des composants du pâturage chez la brebis.

CHEMMAM M.* & GUELLATI M.A**
* Institut des Sciences Vétérinaires BP 73 Centre Universitaire d'El-Tarf.
** Dépt. de Biologie Université Badji Mokhtar BP 12 El Hadjar, Annaba.

RESUME

Dans un pâturage libre nous avons étudié l'ingestion volontaire en fonction de l'apport supplémentaire d'orge, et dans les mêmes conditions, nous avons étudié la dynamique ruminale de la matière organique (MO) et de l'azote (N) de deux concentrés (l'orge et le lupin) et recherché les effets possibles des apports de concentrés sur la dégradation ruminale des composants des pâturages de printemps et d'été. Pour ces deux expérimentations nous avons utilisé 5 brebis munies d'harnais pour la collecte des fèces, 3 brebis munies de fistules oesophagiennes pour la collecte des bols alimentaires, et 9 brebis munies de canules ruminales pour la dégradation «in sacco». Pour l'étude de l'ingestion la durée est de 21j pour l'adaptation et 5j pour les mesures, pour la dégradation ruminale elle est de 7j d'adaptation et 5j de mesure pour chaque aliment et saison.

L'ingestion volontaire est de 46g et 31g de MS/kg $PV^{0.75}$, respectivement pour le printemps et l'été. L'effet de l'apport supplémentaire d'orge (9g de MS/kg $PV^{0.75}$/j) est estimé à 20% dans l'amélioration de l'ingestion de MS au printemps et seulement 6% en été.

Les taux de disparition ruminale des composants du pâturage sont supérieures au printemps (MO 89% et N 90%) par rapport à l'été (MO 72% et N 81%).

L'apport d'orge améliore la dégradation des composants du pâturage de printemps et celui du lupin l'améliore en été. L'orge se dégrade mieux en été (93% de MO et N) par rapport au printemps (89% de MO et N). Le lupin se dégrade de manière similaire durant les deux saisons (89% de MO et 96% de N).

Il existe des corrélations positives entre l'ingestion saisonnière et les paramètres ruminaux des composants alimentaires, à partir des valeurs de ces paramètres nous avons établi un bilan des apports nutritionnels par $kg^{0,75}$

Mots clés : Pâturage ; Ingestion saisonnière ; concentrés énergétique et protéique ; dynamique ruminale.

SUMMARY

The voluntary intake from grass pasture and the barley supplementation effects were studied on ewes in extensive pasture conditions. In addition, the ruminal dynamic of three different feedstuffs were studied such as spring and summer pasture, barley and lupin. Effects on disappearance of dry matter (DM) and nitrogen (N) in rumen of two supplements was also studied. For collect faeces, nutrient bolt and "in vivo incubation" respectively were used: 5 ewes with harness, 3 ewes with oesophageal fistula and 9 ewes with ruminal fistula. In the intake experiment 21 adaptation days and 5 experimental days, in the ruminal incubation 7 adaptation days and 5 experimental days were required.

The intake of grass expressed, as DM/$kg^{0,75}$ were 64 g and 42g in spring and 46g and 31g in summer for animals supplemented or not supplemented with barley. The results, therefore, indicated an increase in pasture dry matter intake of 20% in spring and only 6% in summer.

The ruminal disappearance of grass nutrients was higher in spring (89%DM and 90%N) than in summer (72% DM and 81%N), there were significant effects in the DM disappearance, either in energetic supplement in spring pasture and in the protein supplement in summer pasture. The ruminal disappearance of barley components was higher in summer (93% DM and N) than in spring (89% DM and N), in both spring and summer grazing systems. The lupin disappearance in rumen was similar in both grazing seasons studied (95% DM and 96% N). Significant relation ships were established between voluntary DM intake and characteristics of ruminal parameters of roughages. Also where estimated the metabolic life weight nutritional balance.

Key words: pasture; seasonal intake; protein and energetic concentrates; ruminal dynamic.

INTRODUCTION

Dans les systèmes ovins des régions arides l'ingestion volontaire au pâturage constitue l'alimentation de base pour les animaux (Milne, 1985). L'apport supplémentaire de concentrés ne tient pas toujours compte de l'apport nutritionnel du pâturage, la relation entre le supplément et le pâturage au niveau de l'utilisation ruminale est le véritable fondement des systèmes extensifs (Pelaez, 1991).

Il y a un certain nombre de paramètres qui affectent l'ingestion volontaire au pâturage (Van Soest, 1982 ; Ellis et al., 1987). Les résultats d'Orskov et al. (1988) et Carro et al. (1991) suggèrent la possibilité de prédire l'ingestion volontaire de MS à partir des caractéristiques de la dégradation ruminale. Dans les conditions de pâturage les références sont rares.

Ces expérimentations apportent des estimations de l'ingestion saisonnière au pâturage et les effets possibles de l'apport supplémentaire de l'orge. De même seront étudiés la dégradation ruminale des composants des pâturages de printemps et d'été, et les interactions possibles entre ces pâturages et les apports nutritionnels de l'orge et du lupin.

A- MATERIELS ET METHODES

Etude de l'ingestion et l'apport d'orge.

Dans cet essai nous avons utilisé 5 brebis adultes munies d'harnais (Tissier, 1975). Après 21 jours d'adaptation alimentaire et 2 jours d'adaptation au port des harnais, la collecte des fèces est effectuée deux fois par jour pendant 5 jours pour chaque lot et saison.

Les bols alimentaires sont collectés à l'aide de 3 brebis équipées de fistules oesophagiennes (Hecker, 1974). Après 21j d'adaptation, des prises sont effectuées deux fois par jour et durant 5j par saison.

L'essai se réalisa sur deux lots pendants le printemps et l'été:

Lot 1 : Pâturage + 200g d'orge

Lot 0 : Pâturage

Les échantillons pris sont pésés et séchés à l'étuve à 60°C jusqu'à poids constant. Ensuite un échantillon représentatif issu du mélange est conservé pour analyse.

L'ingestion volontaire de matière sèche (MS) au pâturage est estimée à partir de la relation entre les quantités de MS fécales et les caractéristiques digestives des aliments consommés : I=F/(1-CD). Dans les conditions de notre essai :

$I=F - [(1 - CD_{orge}) \times I_{orge})] / (1 - CD_{pâturage})$ où:

I : Ingestion en kg de MS

F : Production de fèces en kg/j

$CD_{pâturage}$: CD in vitro du pâturage en %

CD_{orge} : CD in vitro de l'orge en %

Etude de la dégradation ruminale.

Pour cet essai nous avons utilisés 9 brebis adultes et vides avec canules ruminales et réparties en 3 lots selon la supplémentation pour les deux saisons :

Lot A : Pâturage

Lot B : Pâturage + 200g d'orge/brebis/jour

Lot C : Pâturage + 200g (70% orge+ 30% lupin)/brebis/jour.

Pour évaluer la disparition in vivo (Orskov, 1980 ; Michalet-Doreau , 1987) de la MO et de N des aliments nous avons utilisé des sachets de nylon (dimensions : 9cm x 12cm, pore: 50 microns et contenance : 5g). Après une adaptation alimentaire de 7 jours, les sachets contenant les échantillons à incuber dans le rumen sont placés successivement durant 2, 4, 8, 16, 32, 64 et 128h. Après retrait les sachets sont lavés, rincés et séchés à 60°C jusqu'à un poids constant. Les échantillons sont pesés pour chaque lot et saison ensuite broyés à travers une grille de 1 mm et préparés pour les analyses chimiques.

Analyse chimique des aliments

Les contenus en MS, matières minérales (MM) et en azote (N) des échantillons ont été déterminés selon les normes de l'A.O.A.C. (1975). Les taux en FAD et en lignine sont dosés par la méthode de Goering et Van Soest (1970). La digestibilité in « vitro » est mesurée selon la méthode de Telly et Terry (1963).

Analyse statistique

Les résultats ont été analysés à l'aide de modèles qui quantifient la variance, les causes de variation et les interactions possibles utilisant la procédure SAS (SAS, 1982).

B- RESULTATS ET DISCUSSION

1- Estimation de l'ingestion

Les valeurs nutritionnelles des pâturages de printemps et d'été montrent une diminution dans les taux de protéine brute (PB) (- 45%) et de la digestibilité de la matière organique (MO) (- 49%) (Tableau 1). La matière sèche (MS) ingérée par l'animal par rapport à celle du pâturage est plus riche en PB et sa MO est plus digestible au cours des deux saisons (Tableau 1).

Au printemps, la brebis ingère plus de MS ($p<0,01$) et lorsqu'elle est supplémentée à l'orge, son ingestion est améliorée ($p<0,01$) au cours des deux saisons (Tableau 2).

Au printemps, l'ingestion de la brebis supplémentée (64 ± 4 g/Kg PV ^{0,75}) est supérieure à celle de la brebis non supplémentée (46 ± 5g/Kg $PV^{0,75}$). Les quantités ingérées par individu sont statistiquement différentes ($p<0,01$) car la disponibilité maximale du pâturage a permis aux brebis de tirer profit selon leurs possibilités individuelles indépendamment de l'apport de supplément (l'interaction « animal x supplément » est non significative).

L'amélioration de l'ingestion volontaire de MS, estimée à 20% de la consommation journalière (1Kg de MS/brebis/j) est attribuée aux caractéristiques propres du pâturage de cette saison (Armstrong et al, 1986 ; Grovum, 1987) (Tableau 1). De même, l'apport supplémentaire d'orge peut contribuer à l'amélioration de l'activité ruminale et par conséquent favorise une meilleure ingestion.

En été, l'ingestion de la brebis supplémentée est de 42 ± 1g /Kg $PV^{0,75}$ par rapport à 31 ± 2g /Kg $PV^{0,75}$. Comme au printemps la variabilité dans les quantités ingérées entre individu existe (L'effet animal et l'effet supplément sont significatifs : $p<0,01$), mais elle est moins importante compte tenu de la disponibilité minimale du pâturage, par contre l'interaction animal x supplément est significative ($p<0,01$) autrement dit : seules les brebis supplémentées ont ingéré plus (Tableau 2).

L'amélioration de l'ingestion volontaire de MS en été, estimée à 6% de la consommation journalière (0,6 Kg de MS/ brebis/j), est comparativement faible et ce, à cause des caractéristiques du pâturage d'été (Tableau 1). En effet, au cours de cette saison, l'élévation brusque des températures a accéléré le processus de maturation des plantes et modifié l'activité alimentaire des animaux (Hodgson, 1982).

2- Dégradation ruminale

2.1-Digestion des pâturages

Les différences dans la digestion des composants du pâturage de printemps (88% de MO et 90% de N) par rapport à celle des composants du pâturage d'été (72% de MO et 81% de N) sont manifestes durant toute l'incubation ($p<0,01$) (Fig. 1 et 2). Cette différence plus importante pour la MO (Fig. 1) est liée aux proportions élevées des composants alimentaires lignifiés en été (Lambert, 1989 ; Olea et al., 1988b), ainsi, la dégradation accumulée au cours de la digestion est élevée pour N (+40%), alors que pour la MO, ceci se passe plutôt en fin de digestion à 128h (+30%) grâce à l'accroissement de l'activité microbienne et surtout à la disponibilité de la source énergétique (Taminga, 1983).

Les brebis supplémentées (lots B et C) ont mieux dégradé la MO (fig. 2) et surtout en début de digestion ($p<0,01$), ceci est remarquable au printemps chez les brebis recevant un supplément énergétique (lot B_e), apportant de l'énergie fermentescible sur un niveau de PB correct dans le pâturage de printemps ce qui n'est pas le cas en été.

Les brebis supplémentées (lots B et C) dégradent mieux ($p<0,01$) l'azote du pâturage ($p<0,01$) et surtout en été chez le lot C_e recevant un supplément qui apporte simultanément, non seulement la protéine limitée dans le pâturage d'été mais aussi une énergie très digestible (Arnold, 1981).

Au printemps cet effet de la supplémentation pour les lots B_p et C_p ($p<0,01$) se manifeste plutôt en fin de digestion (fig. 2).

2.2- Digestion de l'orge

Les composants de l'orge (fig. 3et 4) se dégradent différemment au cours des deux saisons ($p<0,01$), sa MO est mieux digérée en été (fig. 3) durant toute la digestion (93% versus 89% au printemps), par contre son azote (fig. 4) est mieux utilisé au printemps

(93% versus 89% au printemps) seulement en début de digestion, cette utilisation retardée en été intervient après équilibre de l'activité ruminale pour l'utilisation de l'énergie de l'orge sur les apports faibles du pâturage d'été. Au printemps, il se dégrade mieux aux courtes durées, ce qui met en évidence l'effet de la meilleure digestibilité des composants du pâturage de cette saison (Tableau 1).

2.3- Digestion du lupin

La MO du lupin (fig. 5) se dégrade mieux au printemps en début de digestion et de là plutôt meilleure en été. Par contre son azote est mieux attaqués en été en début de digestion (fig. 6). Ces différences ($p<0,01$) dans la digestion des composants du lupin mettent en évidence d'une part, l'activité protéolytique correcte au début de la digestion au printemps, favorisée par les apports nutritifs simultanés du pâturage, et d'autre part, en été le rythme d'ingestion variable imposé par le pâturage disponible (Wilson, 1982) diffère l'activité protéolytique qui ne devient effective qu'en fin de digestion.

3- Relations entre l'ingestion et la dégradation ruminale

Dans les conditions et les limites imposées par le schéma expérimental réalisé, ils existent des corrélations négatives entre le poids métabolique (-60) et l'ingestion volontaire de matière sèche au pâturage et positives avec les composants digestibles de ce dernier (0,51) (Tableau 3), qui régulent le transit digestif et par conséquent l'ingestion.

La matrice de corrélation (Tableau 3) entre les caractéristiques digestives des composants des pâturages de printemps (P) et d'été (E) et celles de l'orge, montre des relations très explicatives entre elles. Les corrélations entre les valeurs digestives du pâturage de printemps sont positives (0,99), de même elles sont positives entre les valeurs du pâturage et celles de l'orge (0,98). Pour les composants du pâturage d'été la corrélation entre la MO et N est négative (-0,92), de même entre la MO de l'orge et N du pâturage (-0,83). Par contre elles sont positives entre la MO du pâturage et celle de la MO de l'orge (0,99).

Les corrélations entres les valeurs de dégradation des composants de l'orge supplément (MO et N) sont positives au printemps (0,96) et négatives en été (-0,82).

Dans le contexte expérimental étudié et à partir des résultats d'analyse (Tableau 4), nous proposons les équations suivantes pour la prédiction de l'ingestion journalière au pâturage (en g de MS/kg PV $^{0.75}$) :

Printemps :

g MS/kgPV$^{0.75}$=164,6DNO - 257,8DNP + 916,3MSP - 883,4NP - 3,6 PV$^{0.75}$

R^2 =0,937 ; RSD=14,6

Eté :

g MS/ kgPV$^{0.75}$ =0,74 DNP -0,99 PV$^{0.75}$

R^2=0,954 ; RSD=7,12

Annuelle :

g MS/ kgPV$^{0.75}$ = 1,33 DMOP + 2,12DNO - 11,48NO – 4,15 PV$^{0.75}$

R^2= 0,918 ; DSD=13,2

DMOP : Digestibilité Matière Organique Pâturage (%); DNP : Digestibilité azote Pâturage (%) ; DNO : Digestibilité azote orge (%) ; MSP : Matière Sèche Pâturage (%) ; NP : Azote Pâturage (%) ; PV$^{0.75}$: Poids Vif métabolique en Kg.

Ces équations sont très significatives (Tableau 4) avec une bonne description de la variabilité (les valeurs des coefficients de détermination sont de : 93.7%, 95.4% et 91.8, et une erreur de prédiction de : 14.6 ; 7.1 et 13.2% de l'ingestion de MS/kgPV$^{0.75}$ respectivement pour les modèles de printemps, d'été et annuel.

Dans le modèle de printemps, le PV$^{0.75}$ et la DNO décrivent à eux seuls 91,5%. En été la DNP décrie 95,3% de la variabilité de l'ingestion. Pour l'ingestion annuelle : le PV$^{0.75}$, la DMOP et la DNO décrivent 90,6% de la variabilité.

A partir des résultats obtenus (Tableau 5) et compte tenu des besoins d'entretien par kgPV$^{0.75}$: 4,73g de PB (NAS, 1975) et 26g de MOD (INRA, 1978), Les niveaux d'ingestion seront convenables au printemps (6,44 et 8,87g de PB et 29 à 44g de MOD, respectivement avec et sans apport supplémentaire d'orge. Par contre en été le déficit est considérable : -3.49 et-2.24g de PB/ kgPV$^{0.75}$ et -12 et -3g de MOD/ kg PV$^{0.75}$.

CONCLUSIONS

L'ingestion volontaire de matière sèche par unité de poids métabolique garde une relation inverse avec le poids de la brebis et directe avec les composants alimentaires du pâturage particulièrement en été.

L'amélioration de la consommation volontaire de matière sèche au pâturage par l'apport de concentrés demande une stratégie qui doit être axée sur le type de concentré et les disponibilités pastorales en quantité et en qualité.

L'apport de supplément énergétique au printemps améliore l'ingestion même avec de faibles quantités. Par contre, en été, il serait recommandé d'apporter en plus un supplément protéique en quantité élevée.

Les apports saisonniers énergétiques et protéiques des pâturages sont toujours supérieurs au printemps. Les apports nutritionnels de l'orge comme supplément améliore la dégradation de la matière organique du pâturage de printemps. La dégradation de l'azote des pâturages est améliorée par l'apport énergétique et protéique et surtout en été.

Les corrélations sont positives entre les caractéristiques digestives du pâturage et celle de l'orge supplément dans le pâturage de printemps. En été, elles sont positives pour la dégradabilité de la matière organique, et négative pour celle de l'azote.

Les variables qui décrivent le mieux l'ingestion au printemps sont le poids métabolique et la digestion de l'azote de l'orge supplément. En été la meilleure description est donnée par la digestion de l'azote du pâturage. L'ingestion annuelle est décrite par le poids métabolique et la digestion de l'azote de l'orge supplément.

Tableau 1 : Composition chimique des aliments utilisés en % de la MS totale.

Aliments	Composition chimique et digestibilité des aliments						
	M.S.	M.O	D.I.V.M.O	P.B	FAD	Lignine	cendre
Pâturage de print.	18,8	90,10	60,00	14,62	27	4,5	9,9
Pâturage d'été	24,4	92,9	35,6	5,79	45	8,7	7,1
Bol alimentaire print.	19,36	87,9	73,55	17,38	21	3,2	12,1
Bol alimentaire été	24,4	92,4	51,50	6,31	37	7,3	7,6
Orge	93,2	98,00	90,00	13,2	9,3	2,6	2,0

Tableau 2 : Ingestion de MS exprimés en g/brebis/j/KgPV$^{0.75}$ en fonction de la supplémentation.

Saison	Lot	Ingestion moyenne / brebis/ Kg PV $^{0.75}$					moyenne
		Brebis 1	Brebis 2	Brebis 3	Brebis 4	Brebis 5	
Print.	0	1109±175	814±204	1024±141	553±112	623±57	823±77
		67±10.6	48.7±12.2	58.2±8	24.7±5.1	32.4±2.9	46.2±4.6
	1	1586±74	975±122	1231±98	1023±56	988±115	1165±65
		93.6±4.3	57.4±7	72±5.7	46±2.5	51±5.9	64±4.5
Eté	0	660±31	512±55	412±58	494±47	756±38	567±34
		36.2±1.7	29.9±3.2	23.8±3.3	23.7±2.2	39.3±2	30.6 ±1.8
	1	806±14	653±14	838±38	691±56	910±28	780±26
		44.2±0.8	38.2±0.8	48.5±2.2	33.4±2.7	47.7±1.5	42.4±1.5

0 : non supplémenté
1 : supplémenté à l'orge

au 3 : Matrice de corrélation

		$I/PV^{0.75}$	$PV^{0.75}$	DMSP	DMOP	DNP	DMSO	DMOO	DNO
$/PV^{0.75}$	P	1.00							
	E	1.00							
$PV^{0.75}$	P		1.00						
	E		1.00						
DMSP	P			1.00					
	E			1.00					
DMOP	P			0.99	1.00				
	E			0.99	1.00				
DNP	P			0.99	0.99	1.00			
	E			-0.93	-0.94	1.00			
DMSO	P			-0.73	-0.72	-0.94	1.00		
	E			0.99	0.99	-0.72	1.00		
DMOO	P			0.99	0.99	0.97		1.00	
	E			0.98	0.97	-0.83		1.00	
DNO	P			0.99	0.99	0.99		0.96	1.00
	E			-0.92	-0.93	0.99		-082	1.00
MSP	P							0.37	
	E							0.49	
MOP	P							0.38	
	E							0.48	
NP	P							0.38	
	E							0.48	
MSP	P							0.38	
	E							0.50	
MOO	P							0.38	
	E							0.50	
NO	P							0.37	
	E							0.49	

Tableau 4. Analyse de variance : Ingestion au pâturage

Effet	SCE	DDL	CM	F	P	R^2	RSD
Modèle	148868	4	37216.9	213	0.000	0.92	13.2
Erreur	13245.8	46	174.3				

Variables	coefficient	Dev. typique	t	P
$PV^{0.75}$	-4.146	0.947	-4.377	0.000
DMOP	1.333	0.197	6.769	0.000
DNO	2.118	0.869	2.438	0.017
NO	-11.481	6.401	-1.793	0.076

Analyse de variance : Ingestion pâturage de printemps

Effet	SCE	DDL	CM	F	P	R^2	RSD
Modèle	111872	5	22374.4	104.9	0.000	0.94	14.60
Erreur	7459.4	35	213.1				

Variables	coefficient	Dev typique	t	P
$PV^{0.75}$	-3.554	1.607	-2.210	0.033
DNPP	-257.797	127.815	2.017	0.051
DNOP	164.80.172	80.172	2.052	0.047
NO	-11.481	6.401	-1.793	0.076
MSPP	916.317	407.693	2.247	0.031
NPP	-883.459	361.890	-2.441	0.019

Analyse de variance : Ingestion pâturage d'été

Effet	SCE	DDL	CM	F	P	R^2	RSD
Modèle	40854.9	2	20427.5	402.7	0.000	0.95	7.12
Erreur	1927.4	38	50.7				

Variables	coefficient	Dev typique	t	P
$PV^{0.75}$	0.998	0.786	-1.268	0.212
DNPE	0.735	0.213	3.450	0.001

Tableau 5 : Evaluation du déficit nutritionnel par $Kg^{0.75}$ (PV=50kg)

Saison	Printemps		Eté	
Orge en g de MS/$Kg^{0.75}$	0	9	0	9
Ingestion MS en g/ $Kg^{0.75}$	46	55	21	33
PB en g/kg de MS				
-Orge	0.14	0.14	0.04	0.04
-Pâturage	0.13	0.13	0.13	0.13
MOD en g/kg de MS				
-Orge	0.64	0.64	0.45	0.45
-Pâturage	0.88	0.88	0.88	0.88
Ingestion				
-PB	6.44	8.87	1.24	2.49
-MOD	29	44	14	23
Déficit				
-PB	+1.71	+4.14	-3.49	-2.24
-MOD	+3	+18	-12	-3
-EM (Kcal)	+10.9	+65.7	-43.8	-10.9
Variation du PV en Kg/j	+2	+14	-7	-2

Besoins d'entretien par $Kg^{0.75}$: 4.73g de PB (NAS, 1975) ; 26g de MOD (INRA, 1978) ; 3.65 kcal/g de MOD ; 6.45 kcal/g de croissance et 4.66 kcal/g de perte (INRA, 1978)

Figure 1 : Disparition de la MO du pâturage/saison/lot/temps d'incubation

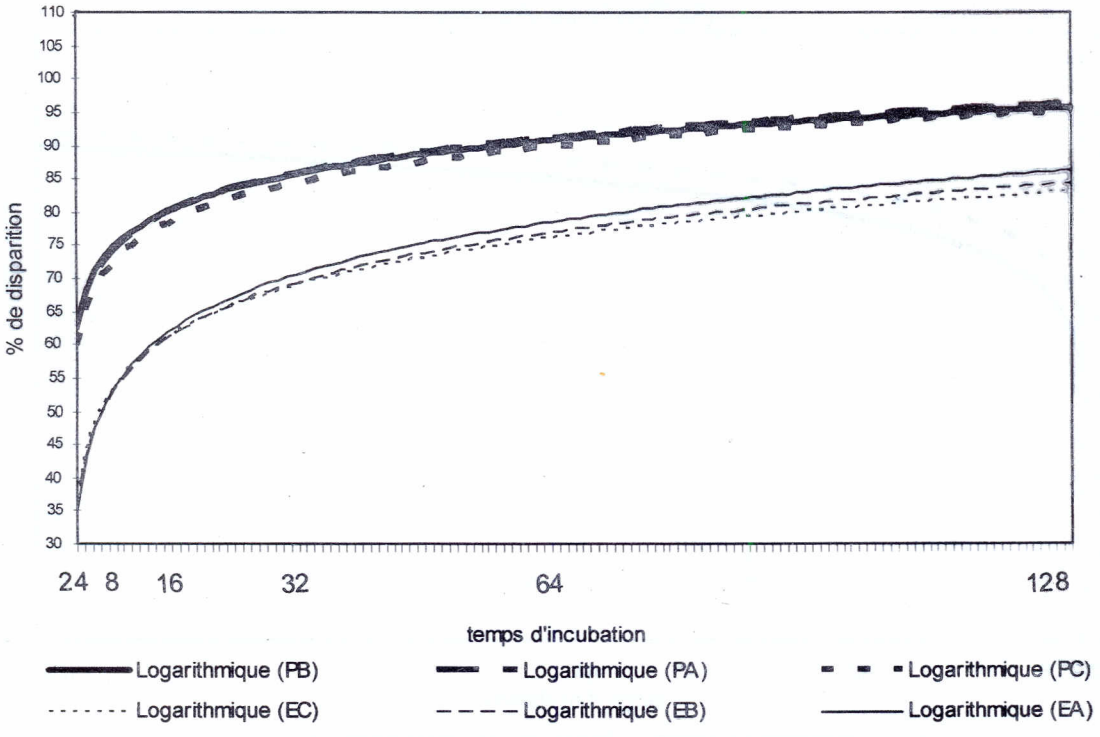


Figure 2: Disparition de l'azote du pâturage/saison/lot/temps d'incubation

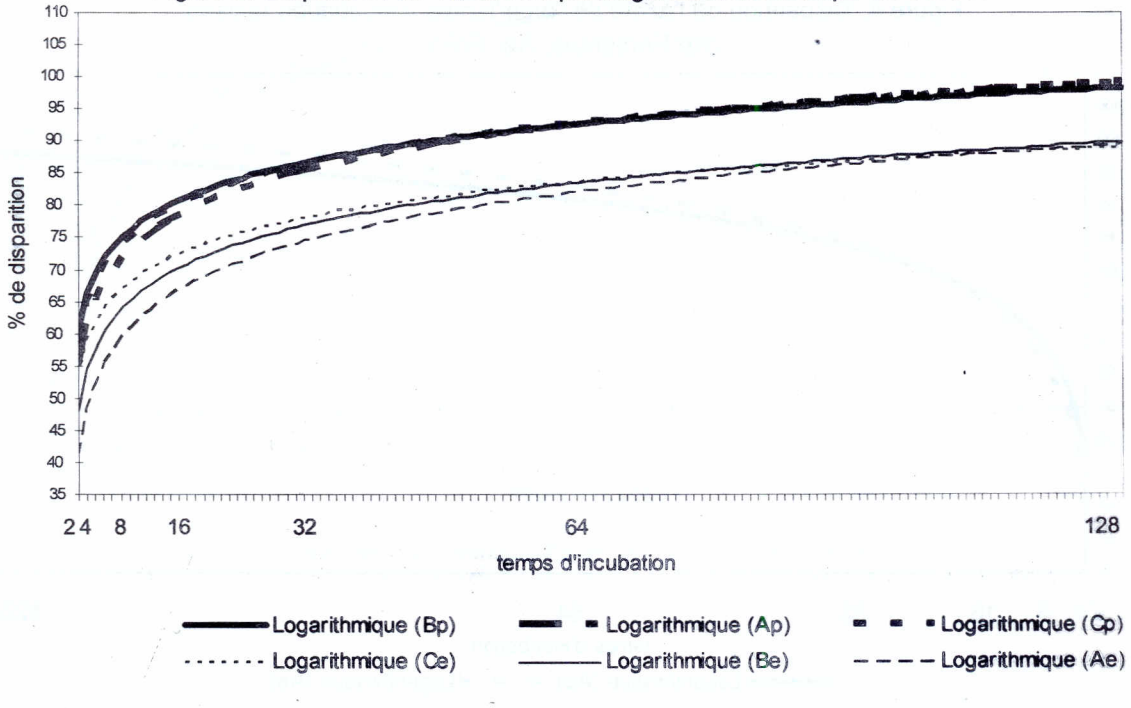


Figure 3 : Disparition de la MO de l'orge/saison/temps d'incubation
(Ap:Printemps; Ae: Eté)

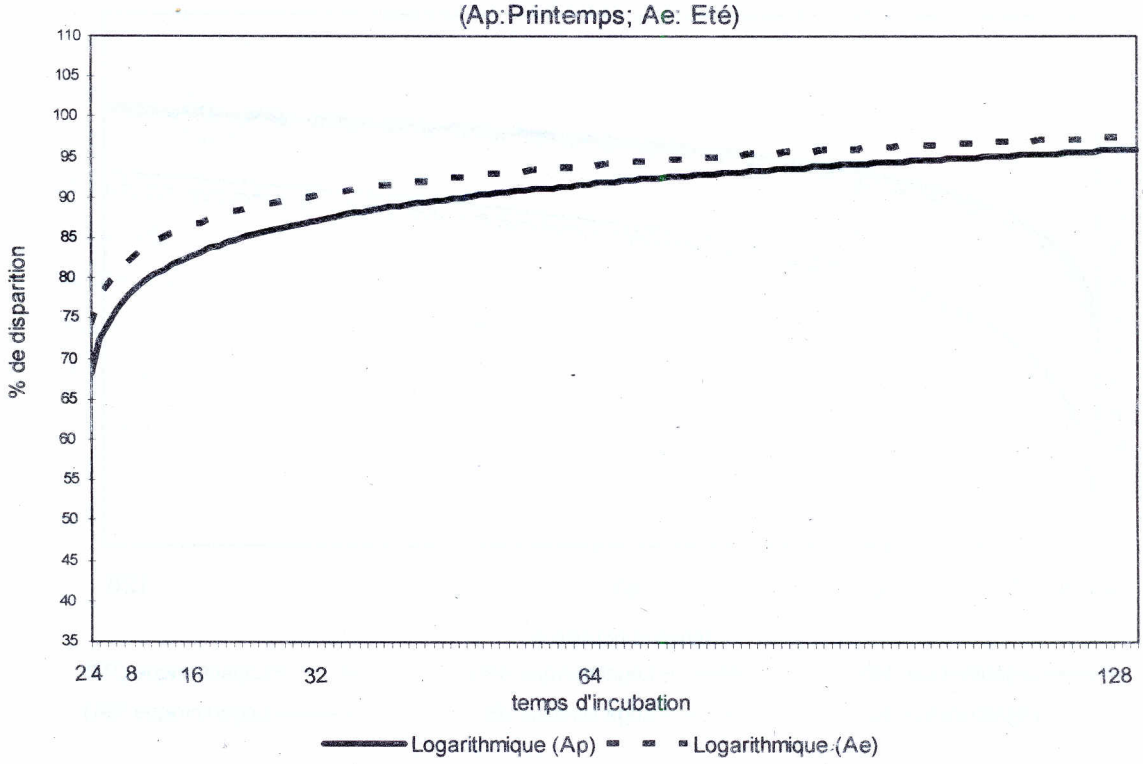


Figure 4: Disparition de l'azote de l'orge/temps d'incubation /saison
(Ap:Printemps; Ae: Eté)

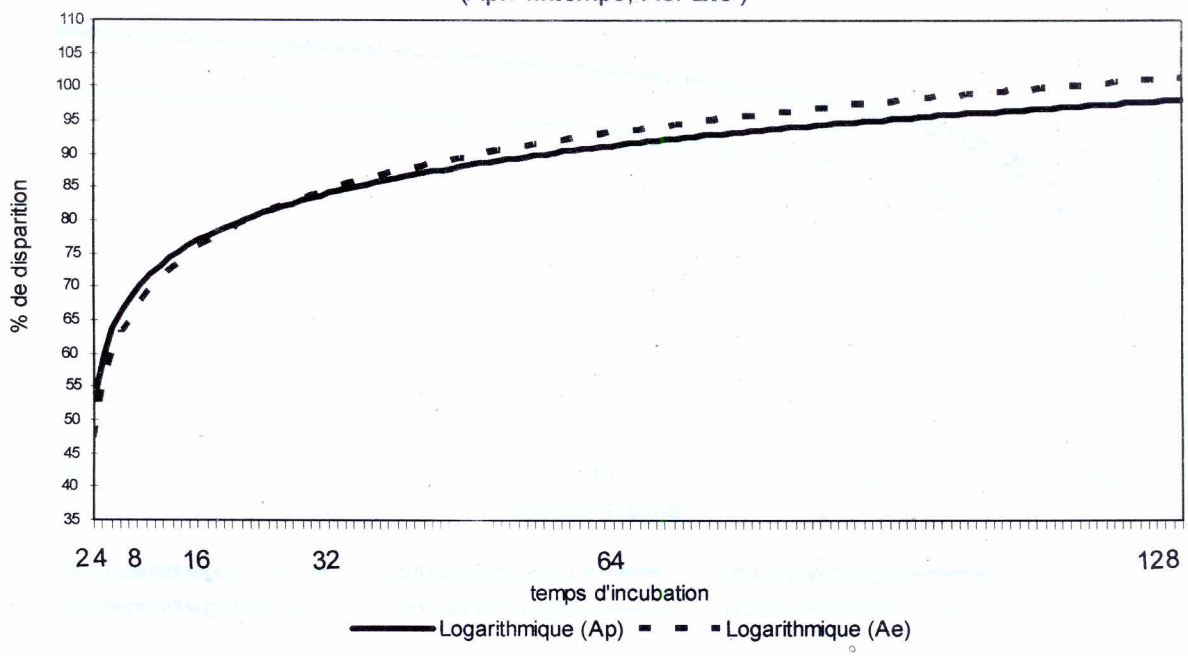


Figure 5 : Disparition de la MO du Lupin/saison/temps d'incubation
(Ap: Printemps; Ae: Eté)

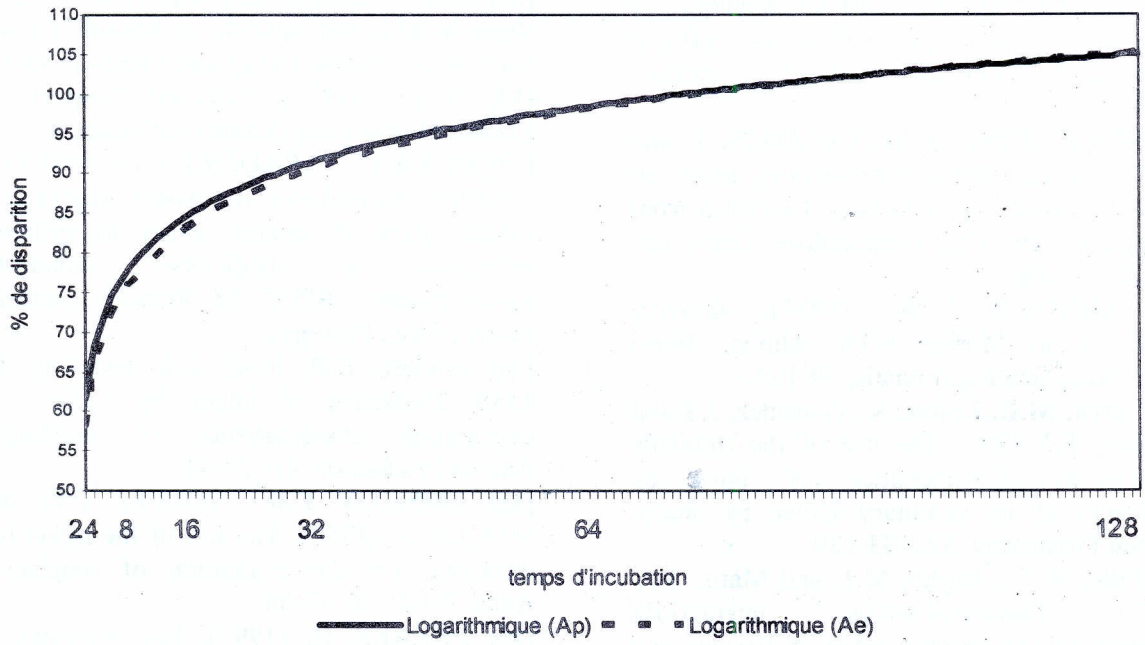
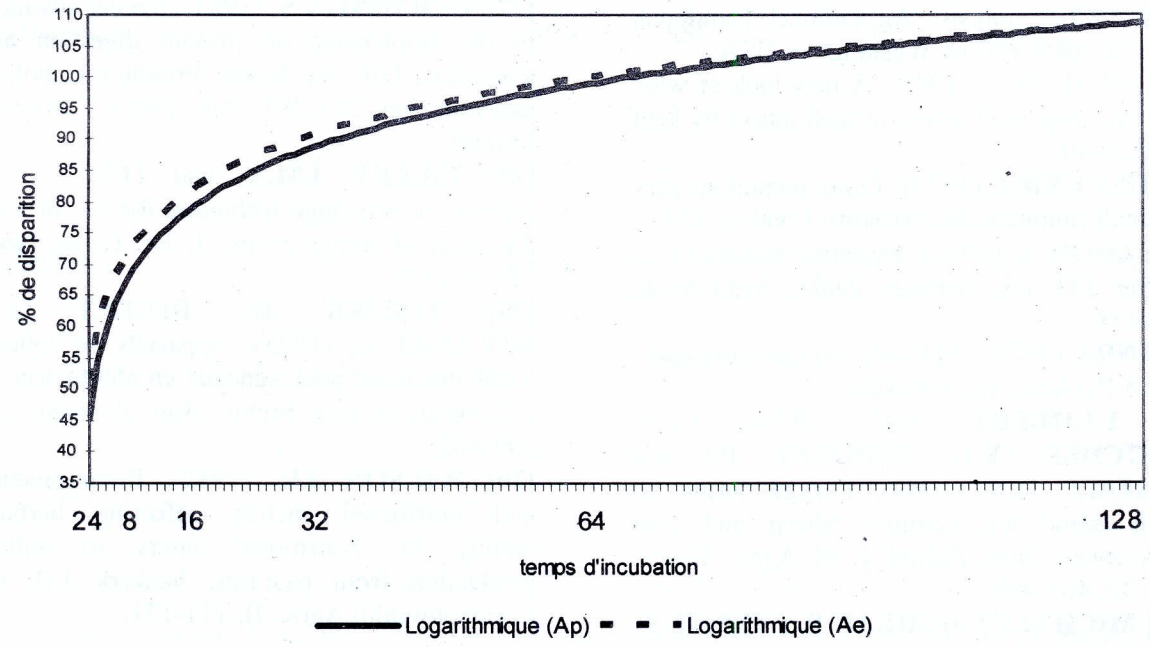


Figure 6 : Disparition de l'azote du Lupin/saison/Temps d'incubation
(Ap : Printemps; Ae : Eté)



BIBLIOGRAPHIE

[1] **A.O.A.C** (1975). Official methods of analysis of the association of official agricultural chemist. Tenth edition, Washington.

[2] **ARMSTRONG R. H.**; COMMON T. and SMITH H. K. (1986). The voluntary intake an in vivo digestibility of herbage harvested from indigeneous hill plant communities. Grass for. Sci., 41/ 51-60.

[3] **ARNOLD G.W.** (1981). Grazing behaviour in Morley FHW edition, Word Anim. Sci., Grasing Animals, 79-104.

[4] **Carro, M.D.,Lopez, S.**, Gonzalez, J.S and Ovejero, F.J 1991. The use of the ruminale degradation characteristics of hays as predictors of its voluntary intake by sheep. Animal Production. 52: 133-139.

[5] **Ellis, W.C., Wylie,** M.J. and Matis, J.H. 1987. Dietary-digestive interactions determining the feeding value of forages and roughages. In: Feed Science Word Animal Science (ed. E.R. Orskov), 177-225. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

[6] **Goering, HK.** And Van Soest, P.J. 1970. Forage fiber anlysis. Agricultural Handbook N° 379. ARS, USDA Washington, USA.
GROVUM W.L. (1987). A new look at what is controlling food intake in feed intake by beef cattle, 1-40.

[7] **HECKER J.** (1974). Experimental surgery on small ruminants Butterworth London, 322.
HODGSON J. (1982). Ingestive behaviour in Leaver J.D. ed., herbage intake, hand book, 113-138.

[8] **INRA** (1978). Alimentation des ruminants. INRA Publications, Versailles.

[9] **LAMBERT M.G.**; JUNG G.A.; FLETCHER R.H.; BUDDING P.J. and COSTALL D.A. (1989). Forage shrubs in north island hill country. Sheep and goat preferences. New Zeland J. of Agric. Resea. Vol. 32, 485-490.

[10] **MICHALET-DOREAU B.** ; VERITE R. et CHAPOUTOT P. (1987). Méthodologie de mesure de la dégradabilité in sacco de l'azote des aliments dans le rumen. Bull. tech. C.N.R.V. Theix, INRA 69, 5-7.

[11] **MILNE J.A.** (1985). Nutritional needs of sheep in hills and uplands in: Maxell T.J and Gunn R.G. ed. Hill and upland livestock,39-47.

[12] **N.A.S.** (1975). National Academy of Science Nutrient requirements of sheep, N° 5.

[13] **OLEA L.**; PARADES J. y VEDASCO P. (1988b). Necesidades de pastos (cantitad y calidad para el ganado ovino in systemas extensivos y condiciones semiaridas mediterraneas . SPPF. IX Reunion cientifica Monfortinha, Portugal.

[14] **Orskov, E.R**, Reid, G.W and Kay, M. 1988. Prediction of intake by cattle from degradation characteristics of roughages. Animal Production. 46: 29-34.

[15] **ORSKOV E.R.**; HOVELL F.D. and MOULD F. (1980). The use of the nylon bag technique for the evaluation of roughages, Anim. Prod., 46: 29-34.

[16] **PELAEZ R.** (1991). Los systemas de valoracion nutritive par ruminantes en relacion con los systemas extensivos in: Nutricion de ruminantes en zonas aridas y de montana, F.F. Bermudez ed. ; CSIC Madrid.

[17] **TAMMINGA S.** (1983). Recent advances in our knowledge on protein digestion and absoption, Ivth. Int. Symp. Protein metabolism and nutrition, 263-287. Pub. INRA Clermont-ferrand.

[18] **TILLEY J.M.A.** and TERRY R.A. (1963). A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grass. Soc., 18: 104-111.

[19] **TISSIER M.**; BECHET G. et MOLENAT G. (1975). Appareils de collecte totale des fèces pour agneaux en allaitement ou à l'engrais et pour brebis. Ann. Zootech., 24, 595-602.

[20] **WILSON J.R.** (1982). Environmental and nutritional factors affecting herbage quality in: Nutritional limits to animal production from pastures, hackerk J.B. ed. Commonwealth Agric. B, 111-131.

Evolution Des Paramètres Météorologiques Lies Au Passage D'un Vent De Sable Dans Une Région De La Steppe Algérienne

N.MESSEN * & F. YOUCEF- ETTOUMI **
* C.R.N.B.- DSNR– BP. 212 Ain-oussera
** USTHB – LTIR BP 32 - Bab ez zouar Alger

RESUME

Au cours d'un projet national de recherche (P.N.R) sur l'érosion éolienne dans les zones semi-arides, des données expérimentales ont été obtenues à l'aide de la station d'observation du P.N.R. à Ain-oussera (Benahar) ainsi que par des stations de l'Office National de la Météorologie (O.N.M.) de Djelfa et Ksar-chellala. Ces stations sont situées dans une zone steppique des hauts plateaux algériens, limitée au nord et au sud par la chaîne de montagnes des deux Atlas.

Au cours du passage dans cette région d'un vent de sable les données climatiques suivantes ont été recueillies : vitesse et direction du vent, température, pression atmosphérique, et humidité.

Après description du régime météorologique qui donne naissance à ces vents de sable, les variations des éléments météorologiques observés sont quantifiées et analysées comme source d'une prévision utile à des opérateurs économiques ou à des professionnels de la santé publique.

Mots clés : vent de sable, variations, zone arides, prévision, santé, circulation cyclonique

SUMMARY

Experimental data were gathered within a national research project (N.R.P.) on wind erosion in semi-arid areas. Then data were collected using the N.R.P observation station of AIN-OUSSERA (BENHAR) as well as the stations of the national office meteorology (N.O.M) located at DJELFA and KSAR-CHELLALA. These stations are located in a steppic zone of the Algerian high plains which is delimited from north to south by the mountain chains of the two Atlas

Climatic data such as to wind direction and speed, temperature, atmospheric pressure and humidity were collected during a sand wind period.

We begin the study and analysis of this data by describing of the meteorological system that yields sand winds. Next, we quantified and analyzed the observed variations of the meteorologist elements. The produced results are then proposed, as useful forecasting, to the economic operators and the public health professionals.

Keywords: wind of sand, variations, arid region, forecast, health, cyclonic circulation.

1.INTRODUCTION

Dans les régions arides et semi-arides, les contrastes climatiques qu'entraînent les changements de direction et de force de vent sont très marqués et les éléments, températures, humidité, pression et troubles atmosphériques demeurent sous sa dépendance immédiate [1,2].

Les effets mécaniques du vent sont évidemment fonction de sa vitesse, chargé de poussière siliceuse dure, il produit des effets abrasifs et d'érosion. Le trouble atmosphérique qu'il génère, entrave diverses activités comme la circulation terrestre et la navigation aérienne, de plus, il forme notamment dans les centres urbains, un aérosol plus ou moins toxique et est vecteur de certaines maladies pour l'homme et les végétaux. Le risque le plus manifeste serait le stress dû à une variation brusque des éléments météorologiques liée au passage d'un vent de sable.

Ainsi il existe inévitablement, entre ce dernier et les tivités humaines, des interactions nombreuses et complexes dont les effets sont susceptibles de se répercuter sur sa santé et sur ses activités socio-économiques [3].

Les météorologistes attachent une grande importance à la classification des lithométéores basée sur la grosseur des particules soulevées et la hauteur où elles sont emportées [4], leur distinction se base sur : une chasse sable lorsqu'on affaire à un nuage bas de sable, tempête de sable lorsqu'on affaire à des particules plus fines et qui sont emportées plus haut [5,6]. D'une façon général, pour qu'un vent soit transporteur de sable il doit avoir une vitesse minimum horizontale V_h et une vitesse minimum verticale V_v. (voir annexe).

Les régions steppiques sont régulièrement balayées par ces lithométéores dont les principales caractéristiques font ressortir [7] :

- Un régime printanier étalé sur trois mois : mars, avril, mai.
- Un régime estival au mois d'août.

L'étude statistique des lithométéores observés à la station de Ain-oussera [8] fait ressortir pour le régime printanier une moyenne de :

- 09 heures/mois pour la tempête de sable.
- 37 heures/mois pour la chasse sable.
- 50 heures/mois pour la brume de sable.

Dans ce papier, on s'intéresse aux vents de sable liés au régime printanier, car c'est pendant cette saison qu'un fort accroissement de la fréquence de la circulation cyclonique d'ouest est observé [8].

Le but de cette étude est de présenter les variations des paramètres : température, humidité, pression et vent en fonction du déplacement du centre cyclonique par rapport aux trois stations : Djelfa, Ksar-chellala et Ain-oussera.

Cette étude permettra de mieux interpréter les produits de la prévision d'un vent de sable (l'homme et les climats) pour une meilleure application par ses différents utilisateurs.

2. LES OBSERVATIONS ET MESURES

Au cours de l'une des circulations cycloniques d'ouest, nous avons suivi le passage d'un vent de sable observé le 02 Avril 2000 dans trois stations météorologiques.

La situation géographique de ces stations sur les axes nord – sud et est-ouest de la dépression (Tableau 1.), permet de suivre son évolution et celles des éléments météorologiques qui lui sont associés en fonction de la trajectoire du centre cyclonique d'ouest en est, parallèlement au littoral.

Tableau 1.
Situation géographique des stations météorologiques

Station	Longitude	Latitude	Altitude
Ksar Chellala	02° 19' E	35° 10' N	800m
Ain Oussera	02° 31' E	33° 34' N	649 m
Djelfa	03° 15' E	34° 41' N	1144 m

Au cours du passage du passage d'un vent de sable dans la région centrale de la steppe algérienne , le 02 Avril 2000, la vitesse et la direction du vent, la température, la pression atmosphérique et l'humidité, indiquées sur le tableau 2, ont été enregistrées par des stations automatiques.

Tableau 2.
Paramètres météorologiques enregistrés par la station automatique

Symbole	Paramètre	Etendue de mesure	Résolution	Unité
T	Temp./ abris	-40,0 +60,0	0,1	°C
U	Humidité	0.0 100	0,1	%
VT	Vent total sur 1h	0 999	0,1	Km
VT	Vent total /1mn	0 999	0,1	M
V	Force vent moy (10mn)	0 100	1	M/s
DV	Direc Vent moy (10mn)	0 360	10	Degré
VX	Vent max. Force	0 100	1	M/s
VN	Vent min. Force	0 100	1	M/s
GIX	Direction associée àVX	0 360	10	Degré
GIN	Direction associée à VN	0 360	10	Degré
P	Pression atmosphérique.	/	0,1	Millibar

Ces stations d'observations comportent

- Une sonde de température équipée d'un élément platine100 ohms, montée dans un abri miniature.
- Un hygromètre à sonde capacitive, monté dans le même abri, au-dessus de la température.
- Un anémomètre monté sur l'un des bras de la lyre en haut du mat de 10m pour les stations de Ain-oussera et Ksar-chellala, aux niveau 2 m et 10 m pour la station de Djelfa.
- Une girouette montée sur l'autre bras de la lyre.

3. RESULTATS, DISCUSSION

Circulation cyclonique et vitesse horizontale du vent V_h.

Lorsque le centre de la dépression se déplace suivant une trajectoire située au nord des trois stations (Figure.1). La vitesse de l'air qui se meut sur le lieu d'observation est la résultante de deux vitesses, celle de la translation et celle de la rotation qui étant de même sens s'ajoutent pour produire un vent horizontal V_h de grande intensité [9]. Une telle situation est communément appelée par les prévisionnistes Algériens : type de temps–V- .

Instabilité atmosphérique et vitesse du vent verticale V_v.

Par une circulation cyclonique d'ouest, la dépression arrive sur la méditerranée, mer relativement chaude (Figure 1.). Cette condition est favorables à l'entretien d'une dépression, et de ce fait elle est de plus en plus accentuée, la vitesse du vent s'élève, des tourbillons se forment sur les hauts plateaux algériens et donne naissance à une chasse sable

Par la suite, pendant les heures chaudes de la journée, la turbulence de l'air devient plus importante, les sommets des tourbillons sont happés par la couche supérieure de vents forts de sud-ouest (voir Figure.2.). Alors le sable puissamment soulevé du sol par un vent vertical V_v donne naissance à une tempête de sable (voir Tableau 3.).

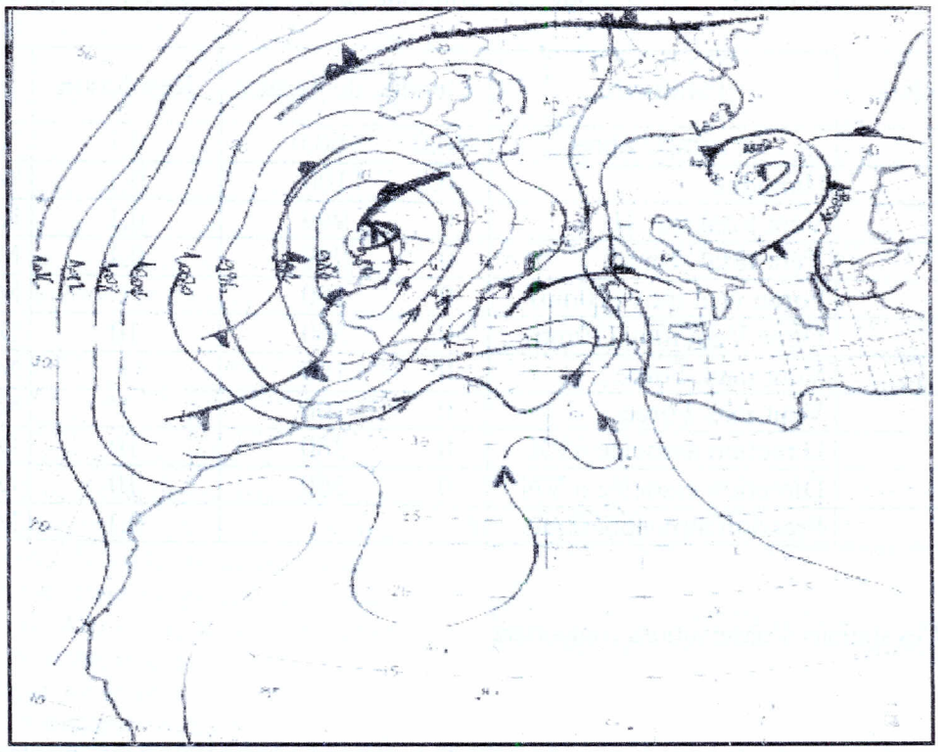


Figure1: Carte d'analyse en surface à 06h. TU du 2 avril 2000 d'après le bulletin météorologique de l'O.N.M. algérien. (L'équidistance des isobares est de 5 mb et les fronts ont été tracés selon le symbolisme classique).

Tableau3.

Heures d'observations des litho météores (Chasse sable tempête de sable) dans les 3 stations

Station	Dates	Début (heure T.U.)	Fin (heure T.U.)
Ksar-chellala	2 avril 2000	06h. 45mn.	17h. 30mn.
Ain-oussera	2 avril 2000	11h. 30mn.	15h. 30mn.
Djelfa	2 avril 2000	12h. 30mn.	18h. 15mn.

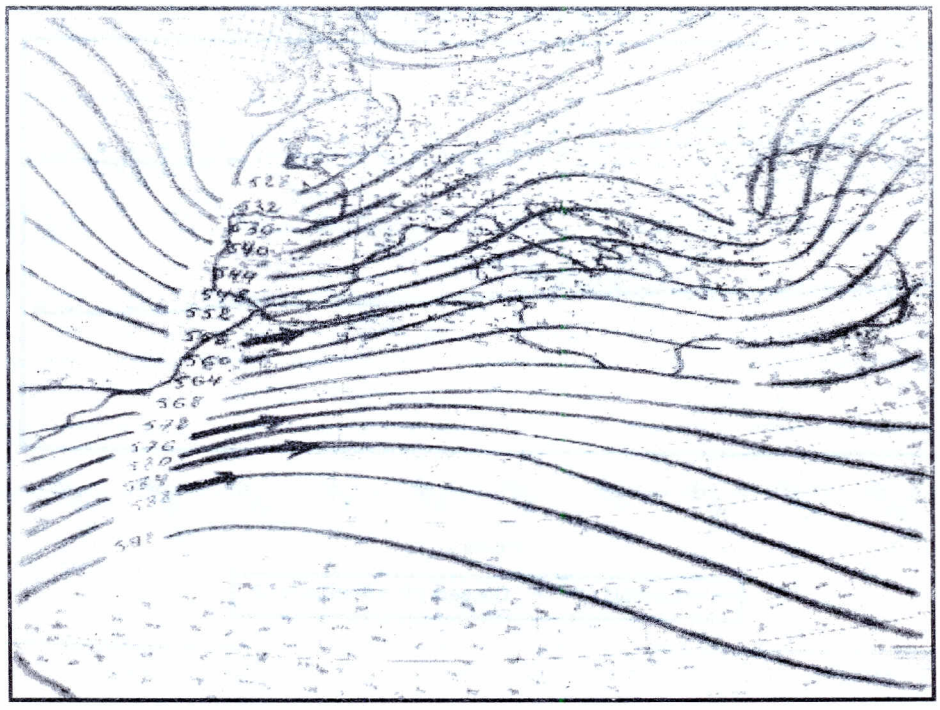


Figure. 2 : Carte d'analyse de la situation en altitude du 02 Avril 2000 à 00 h. TU. Niveau 500 mb d'après le bulletin météorologique de l'O.N.M. algérien.

Au cours de ce type de temps, et, selon la progression de la perturbation entre le 1er Avril à 06h et le 2 Avril à18h, on observe des variations dans les éléments météorologiques enregistrés par les trois stations , et, on note ce qui suit :

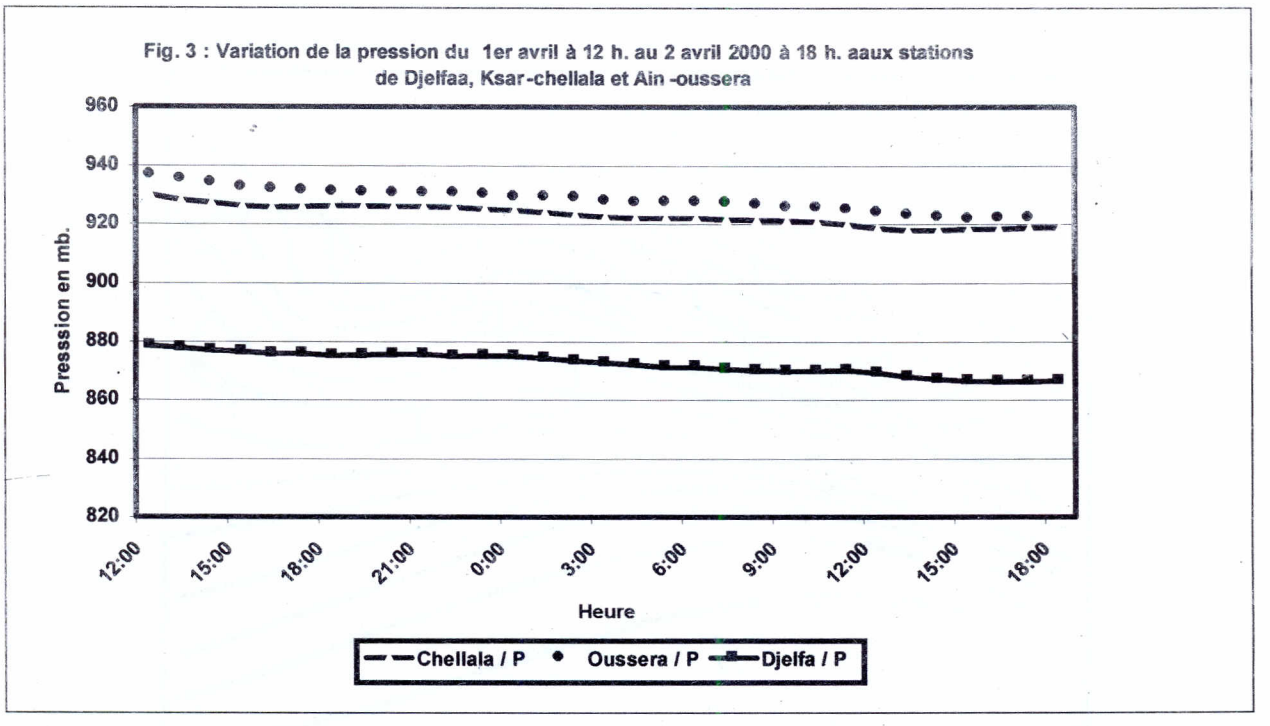
La pression

Pour la période allant du 1er Avril à 12 h au 2 Avril 2000 à 18 h, les courbes de la figure 3 présentent des mesures de pression faites à Ain Oussera, Ksar Chellala et Djelfa. Nous constatons que cette pression diminue régulièrement de 14,5 millibars à la station de Ain Oussera, de 11,2 millibars à la station de Ksar Chellala et de 11,1 millibars à la station de Djelfa. Ces résultats signifient qu'au passage du vent de sable, le centre de la dépression est plus proche de Ain Oussera que des deux autres stations.

La température:

Sa variation n'a été observé que lorsque la dépression a reçu sur son secteur est, de l'air chaud et léger des régions sud(Fig.1); cet air est appelé avec violence vers le nord, et, fait subir à la région une forte élévation de température.

Les courbes de la figure 4 présentent une variation journalière normale des températures pour la région. Celles-ci passent par un minimum vers 6h et un maximum entre 15 h et 16 h. Toute fois ces courbes sont marquées par un crochet en hausse de +3 à +5°C, entre 15 h et 18 h, le 1er avril 2000 pour Ksar Chellala, entre19 h et 20 h, le 1er avril 2000 pour Ain Oussera et entre 01 h et 02 h, le 2 avril 2000 pour Djelfa. Ceci signifie que le déplacement de la masse d'air qui accompagne la perturbation s'effectue d'ouest en est.



L'humidité

La situation du front chaud qui se trouve parallèle à la côte (figure.1.), entraîne une baisse hygrométrique importante dans la région des hauts plateaux.

Les courbes de la figure. 5 présentent les variations d'humidité. Ces dernières sont surtout marquées par une forte baisse le 2 Avril 2000 pour l'ensemble des stations. La diminution est de - 28,5% à Djelfa entre 6h et 13h, - 27% à Ksar-Chellala entre 9h et 14h et - 26% à Ain Oussera entre 09h et 16h. Cette baisse d'humidité étant due à un vent du sud de type sirocco, il est tout à fait normal qu'il marque son passage à Djelfa avant Ksar-Chellala et Ain-Oussera.

Fig.4 : Variation de la température du 1er avril à 12 h. au 2 avril 2000 à 18h. aux stations de Ksar -chellala, Ain-oussera et Djelfa

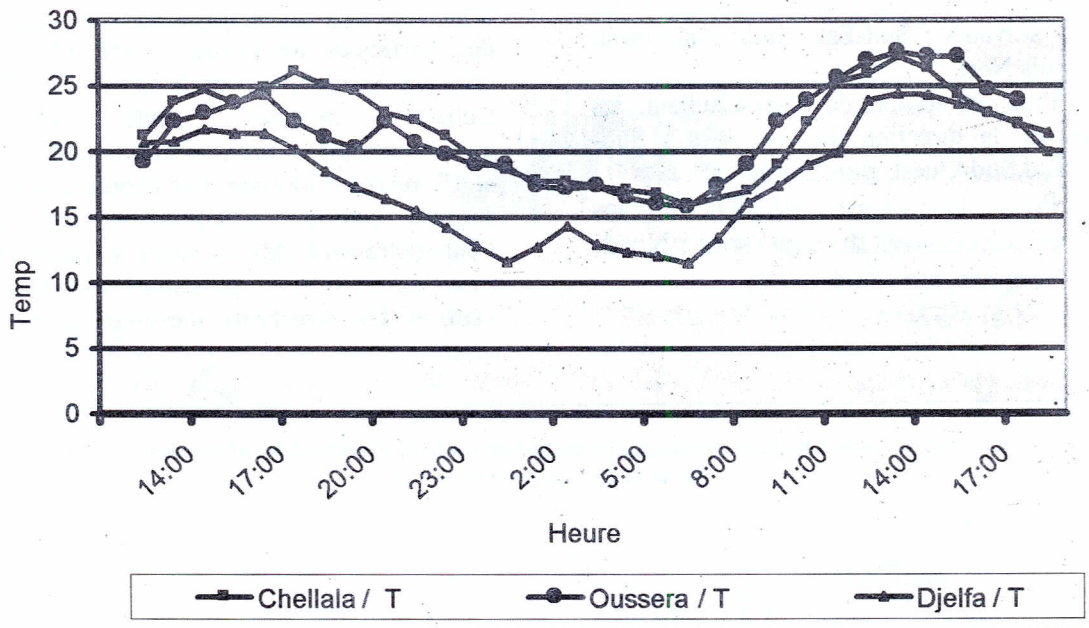
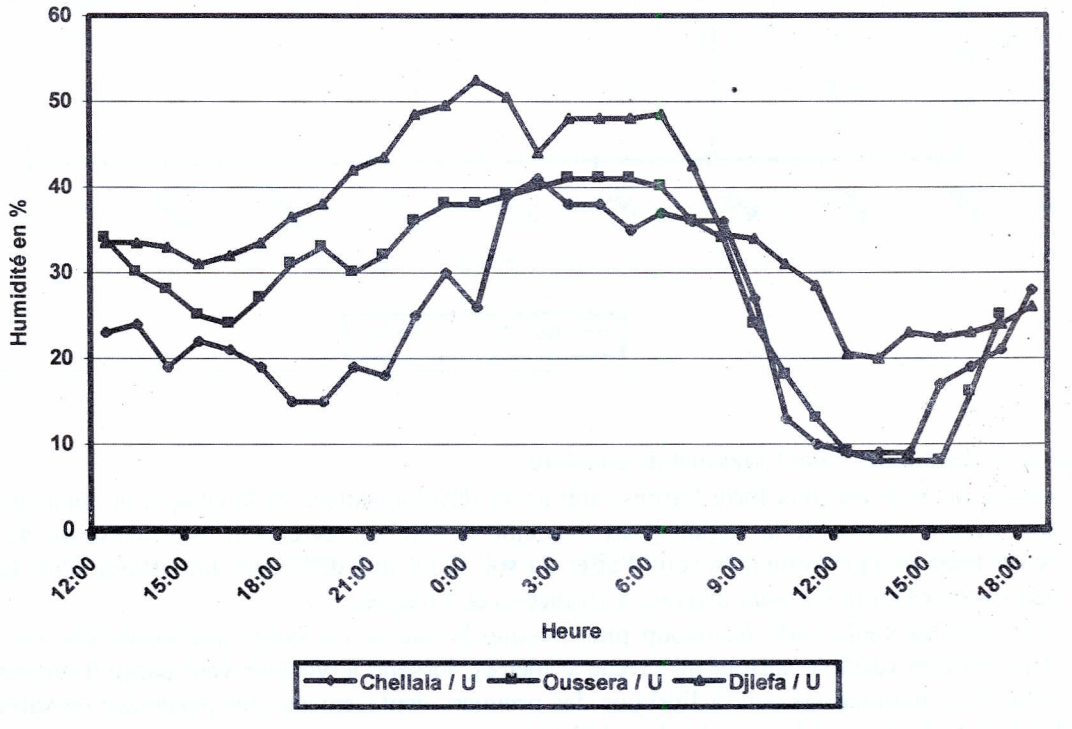


Fig. 5 : Variation de l'humiditée du 1er avril à 12 h. au 2 avril 2000 à 18 h. aux stations de Djelfa, Ksar-chellala et Ain-oussera.



La force et la direction du vent

Les mesures de la vitesse du vent et de sa direction ont été réalisées au cours des journées du 1er et 2 Avril 2000

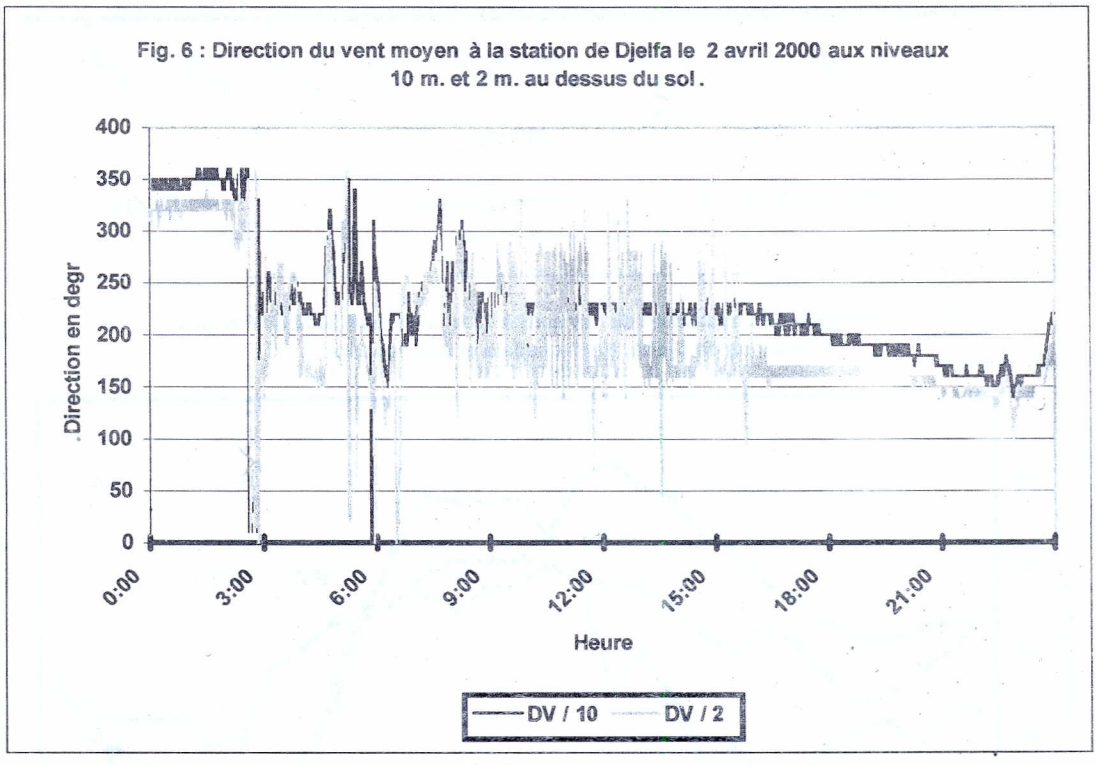
Pour la station de Ain Oussera, la direction du vent passe successivement par les secteurs suivants : Sud-Est, Sud, Sud-Ouest, Ouest, puis Nord.

Pour la station de Ksar-Chellala, les secteurs de la direction du vent sont : Sud-Ouest, Sud,Sud-Ouest, puis Ouest.

Pour la station de Djelfa, les directions successives du vent sont : Nord-Ouest, Sud-Est, puis Sud-Ouest.

Au cours du passage des vents de sable on remarque l'absence des vents d'est dans l'ensemble de ces stations.

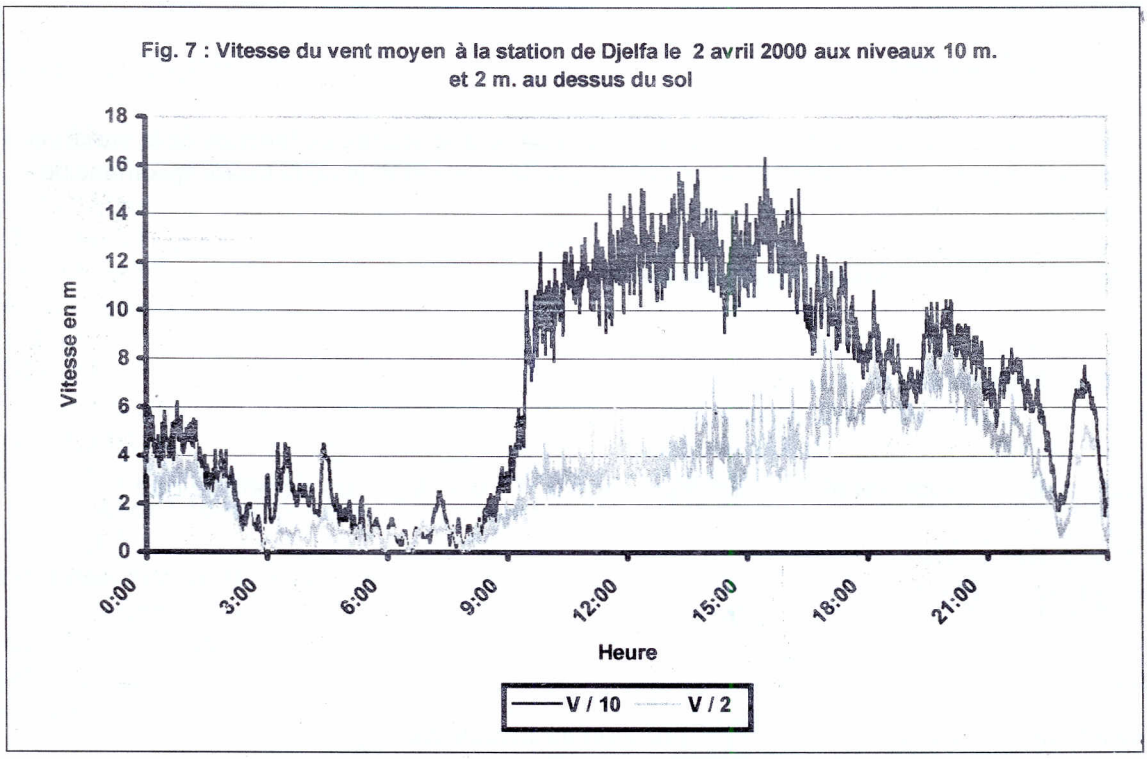
Une étude plus fine de la variation de la direction et de la force du vent chargé par des particules de sables, a été effectuée en utilisant les données de la station de Djelfa.. Celle-ci dispose d'une installation anémométrique à deux niveaux, soit 2 mètres et 10 mètres d'altitude. Les capteurs sont reliés à une centrale d'acquisition qui permet l'enregistrement des mesures chaque minute. Les figures. 6 et 7 présentent les vitesses du vent et les directions mesurées à ces deux niveaux.



L'analyse des figures (6.et7.) permet de conclure :

- La vitesse du vent est plus forte l'après-midi après développement de la couche de mélange. Ceci est une caractéristique de la région [7,8]. Lorsque le vent est assez fort, sa vitesse au niveau 2 mètre est retardée par frottement sous l'effet du sol. D'où une différence importante dans la force du vent observée entre les deux niveaux à 10 mètres et 2 mètres.
- La direction des vents varie beaucoup plus lorsque la vitesse est faible que lorsqu'elle est élevée [8]. Elle est très variable surtout au niveau 2 mètres, lorsque le vecteur vent passe d'un secteur à un autre. Ces fluctuations sont à l'origine des premiers déplacements des particules de sable sous l'effet de la turbulence et la rugosité du sol [9,10].

Finalement, on remarque que pour la direction sud du vent de sable, c'est à dire le sirocco, aussi bien sa force (7 m/s) que sa direction restent constantes.



CONCLUSION

On remarque que selon les positions successives du centre d'action de la perturbation par rapport aux différents points d'observations, la variation du vent, de la température et de l'humidité est plus ou moins accentuée.

On note qu'un régime printanier de vents de sable d'ouest conduit inévitablement à une baisse continue d'un jour à un autre de la pression à une chute brusque de l'humidité et à une hausse rapide de la température.

Le rapport des vitesses horizontale et verticale V_h/V_v est un "prédicteur" d'une chasse sable ou d'une tempête de sable, et, la baisse de pression indique l'intensité du lithométéore et des éléments météorologique associés à son passage.

Devant la rareté des documents existant sur le sujet en Algérie et dans les pays voisins [11], il semble toutefois utile de présenter ces premiers résultats ouvrant la voie pour une action intersectorielle coordonnée entre d'une part les professionnels de la santé et les opérateurs économiques, et, d'autre part les prévisionnistes de la météorologie dans le domaine: climat et santé.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude aux équipes de l'Office National de la Météorologie et du projet de recherche P.N.R N° 03/02/05/01/05/97 , pour leurs précieuse collaboration.

ANNEXE

La vitesse verticale du vent

Ce paramètre n'est pas mesuré par les trois stations, mais on peut le déduire en fonction de la variation de la composante horizontale du vent V_h, de la variation de la pression P, et de la masse spécifique de l'air ρ.

A partir de l'équation de continuité [12,13] qui s'écrit

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + div\ \vec{v}\ \rho = 0$$

Les composantes du vent étant $u = V_h$ $v = 0$ $w = V_v$ on démontre que :

$$w = \frac{p_1 - p_0}{\rho_1 g} \frac{\partial v_h}{\partial x}$$

Où on a

P_1= pression au niveau Z_1 P_0 = pression au niveau Z_0
ρ_1 = la masse spécifique = 10^{-3} g = 980 cm/s

1er cas :
On suppose que les conditions atmosphériques son telle que

$P_1 - P_0 = 10$ mb $\frac{\partial v_h}{\partial x} = 10$ m/s par 1000 Km

Dans ce cas la vitesse verticale du vent $V_v = 0.10$ cm/s
Ce vent est assez faible et ne peut soulever les particules et les transporter très haut, toute fois le vent horizontal étant supérieur à 15 m/s (figure 7.) peut engendrer une chasse sable.

2eme cas :
On suppose que les conditions atmosphériques son telle que

$P_1 - P_0 = 100$ mb. $\frac{\partial v_h}{\partial x} = 10$ m/s par 100 Km

Dans ce cas la vitesse verticale du vent $V_v = 10$ cm/s
Ce vent est assez fort et peut soulever les particules et les transporter très haut, il peut engendrer une tempête de sable.

Au niveau des trois stations, une chasse sable est d'abord observé puis elle est suivi par une tempête de sable ; ce qui signifie que la dépression en se creusant, la force verticale V_v du vent se renforce et les particules sont de plus en plus transportées plus haut.

En conclusion; le rapport V_h/V_v sera considéré comme un "prédicteur" d'une chasse sable ou d'une tempête de sable tandis que la baisse de pression indiquera l'intensité du lithométéore associé à une circulation cyclonique d'ouest.

BIBLIOGRAPHIE

[1] **Emsalem R.** (1970) : Climatologie générale tome –I- -II- 7-2-
SNED Alger.

[2] **Dubief J.** (1951): Les vents et le déplacement du sable au sahara.
Alger ; Institut Recherche saharienne – TVIII : 123-62.

[3] **O.M.M.**(1995): Climat, tourisme et santé
Rev. Climat mondial N° 7 juin – p.8.

[4] **Dubief J.** (1951): Alizés, harmattan et vents de sable étésiens.
Alger ; Institut Recherche saharienne – TVII : 187-9.

[5] **Teissernic de Bort** (1987) : Classification des nuages volume II (Planches supplémentaires de météores) – Météonew.

[6] **Viguier A.** (2002): L'observation en surface – tome 1. Les nuages
Note : Météo France.

[7] **Messen N& Al.**(2002): Contribution à l'étude du vent en rapport avec l'érosion éolienne dans les zones arides. – Rev. Energ. Ren. : Zones arides 9-16 pp. 9-15.

[8] **Kasbadji Merzouk N Messen N.,et Merzouk M.** (2002) : A mass consistent model : Application to the study of the phenomenon in advance of sand towards the Algerian high plain. Rev. Renewable Energy – Volume 28, Pages 655-663.

[9] **Lesieur M.** (1994) La turbulence
Presse Universitaires de Grenoble – pp. 45-52.

[10] **Fleagle R.G., Businguer J.A.** (1976) An introduction to atmosphéric physics
Academic Press Inc. pp. 274-276.

[11] **Compte rendu** (1983) : Journées d'étude sur les poussières.
Observatoire du Pic du midi et de Toulouse.
Journal de recherches atmosphériques – vol 17 N° 3 – CNRS – pp: 273-274.

[12] **Landau L. et Lifchitz E.** (1971) : Mécanique des fluides.
Editions Mir – pp: 09-11.

[13] **Hug M.et Jacquet J.** (1975) : Mécanique des fluides et environnement.
Editions Eyrolles – pp: 704-705.

ETUDE DES COURBES DE RECESSION DANS LES GRES FISSURES DU CONTINENTAL INTERCALAIRE SOUS UN CLIMAT ARIDE. (DJEBEL AMOUR, ATLAS SAHARIEN CENTRAL, ALGERIE)

** STAMBOUL. M*, ISSAADI. A **

* Institut de génie civil, laboratoire des ressources hydraulique, Université Amar Thélidji, Laghouat, Algérie
** Laboratoire d'Hydrogéologie, Faculté des Sciences de la Terre et de l'Aménagement du Territoire, USTHB, Alger, Algérie.

RESUME :

Au Sud Ouest sur les contreforts septentrionaux du Djebel Amour, il existe un certain nombre de sources pérennes donnant naissance à l'Oued Sebgag.

Le Haut Bassin de Sebgag qui alimente ces sources est situé dans des formations gréseuses ou la plus grande partie de la circulation des eaux se faisait au niveau des fissures

Partant du principe que la plus grande partie de la circulation des eaux se faisait au niveau des fissures, nous lui avons préféré la méthode de Maillet. Elle est sans conteste la plus simple à mettre en œuvre et la plus efficace lorsque l'on a affaire à des bassins partiellement imperméables ou lorsqu'une partie de la circulation des eaux se fait dans des systèmes de fissures.

L'utilisation de la méthode de Tison donne généralement des valeurs assez proche à celle obtenue par la méthode de Maillet.

Nous essaierons la méthode mise au point par A. Mangin, testée par cet auteur sur le karst pyrénéen et qu'il souhaitait voir appliquer à des systèmes soumis à des régimes et des conditions différentes, préalable nécessaire à la généralisation de la méthode.

Les coefficients de tarissement sont faibles, ils traduisent soit l'importance des réserves, soit ce qui est plus vraisemblable, que l'aquifère est directement lié au milieu gréseux.

Pour intéressante qu'elle soit, la méthode préconisée par A. Mangin ne nous parait pas généralisable au milieu dont nous avons entrepris l'étude.

Le bassin du Sebgag comporte certes une circulation en milieu fissural, mais celui – ci est loin de pouvoir être assimilé à un karst. Dans ces conditions, il nous parait que les méthodes de Maillet et de Tison lorsque l'on a affaire à des grès fissurés sont les plus adopter pour nous apporter des résultats proches de la réalité.

Mots clés : Djebel Amour, récession, fissures, grés, Continental Intercalaire.

SUMMARY

In South West, on the northern counterfort of Djebel Amour, there is a certain number of perennial sources giving rise to the Sebgag wadi.

The high basin of Sebgag which feeds these sources is located in sandy formations, where the greatest part of the water circulation occurs at the fissure area.

On the basis of the principle that the greatest part of the water circulation occurs at the fissures area, the method of Maillet is preferred. It is undoubtedly the simplest to use and the most efficient in the case of partially impermeable basins, or when a part of the water circulation takes place at "fissure systems"

The use of Tison method gives generally values close to those found by the method of Maillet.

We will use the method developed by A. Mangin, tested by this author on Pyrenean karst, and that he wished to apply to systems subjected to mode and different conditions, preliminary necessary to the generalization of the method.

The coefficient of drying up (vanishment) are low, they translate either the importance of the reserves, or what is mose probable, that the aquifer in directly related to the sandy medium.

Although the method recommended by A. Mangin is interesting, however it does not seem to be generalized to medium in which our study in undertaken.

The basin of Sebgag comprises certainly a circulation in fissured medium, but this one is far from being able to be assimilated to a karst.

Under these conditions, it appears to us that the methods of Maillet and Tison when one deals with fissured sandstones, are the most adopted to produce results close to reality.

Keys words : Djebel Amour, , recession, fissures, sandstone, Intercalary Continental.

INTRODUCTION :

Au Sud des hauts plateaux, l'Atlas Saharien constitue une bande de terrains plissés, formant une succession d'anticlinaux et de synclinaux orientés suivant une direction majeure Nord Est - Sud Ouest.

A vingt kilomètres à l'Ouest d'Aflou, il existe un certain nombre de sources pérennes donnant naissance à l'Oued Sebgag qui reçoit en aval plusieurs affluents pour former l'Oued Touil puis l'Oued Chelif.

Au centre du synclinal de Sebgag affleurent les grés continentaux du Barrémien-Aptien-Albien, recoupé par sondages sur plusieurs centaines de mètres, la roche est généralement friable avec un ciment calcique. Ces grés sont largement fissurés suivant deux directions majeures d'orientation N67°E et N140°E.

Les terrains du Crétacé Supérieur (Cénomanien-Turonien) forment de petits synclinaux perchés : Djebe Guern Arif et Oum El Gueddour. Les formations cénomaniennes constituées de marnes gypsifères verdâtres, parfois intercalées de bancs de calcaires d'épaisseur métrique, présentant une puissance de 200 à 250 m. Le Turonien est constitué en presque totalité par des calcaires dolomitiques bien cristallisés de couleur blanchâtre. La série d'une puissance de 80 m est azoïque au niveau de ce secteur.

Sous la puissante série gréseuse, se trouvent des calcaires jaunâtres en petits bancs et les marnes vertes gypsifères du Portlandien, l'épaisseur est de 200 m.

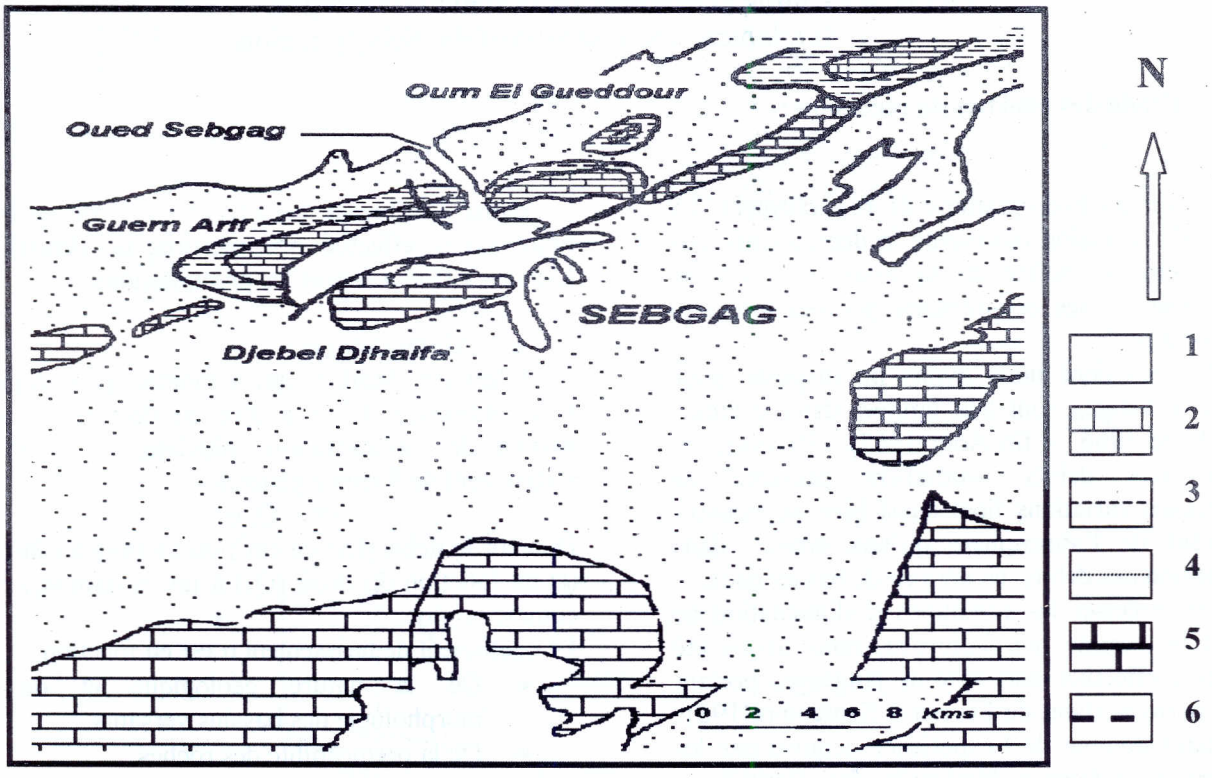
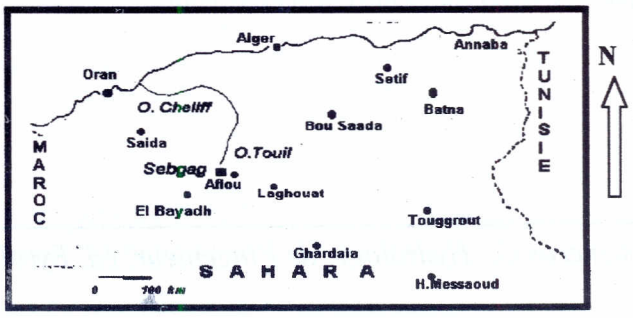


Fig. n° 1 : Carte géologique simplifiée de la région de Sebgag.

Simplifed geologic map of the Sebgag region
1 - Mio – Plio – Quaternaire : Sables et argiles.
2 - Turonien : Calcaires dolomitisés
3 - Cénomanien : Marnes vertes gypseuses.
4 - Barrémien-Albien-Aptien : Grés et marnes
5 - Jurassique Supérieur : Calcaires et marnes.



La position de ces émergences parait étroitement liée à la structure tectonique complexe au nord du synclinal gréseux Barrémien – Aptien – Albien, présence de failles..
Toutes les études réalisées jusque-là, aussi bien celles de E. Ritter (1902), A. Cornet (1952), l'hydraulique de Tiaret (1968) et M. Stamboul (1982 - 1986), ont confirmé la présence d'un aquifère très important dans les formations gréseuses du Continental Intercalaire. L'aquifère est proche de la surface du sol, il se montre très cloisonné par les argiles. Les débits varient de 20 à 60 l/s. L'eau est généralement de bonne qualité et présente un résidu sec inférieur à 1 g/l.

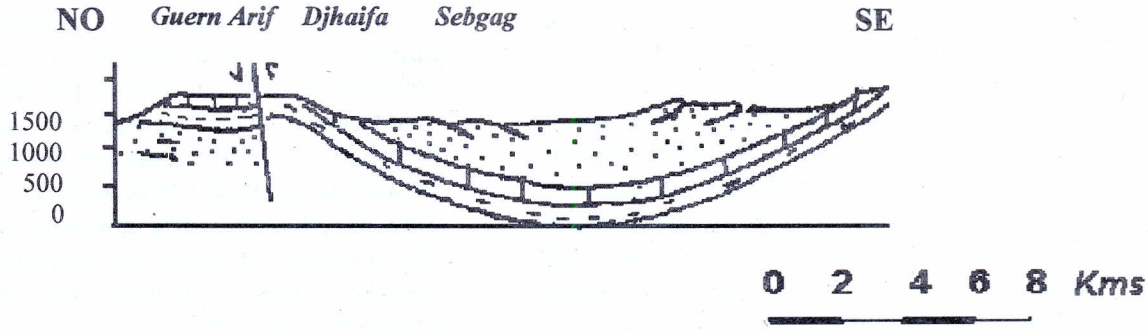


Fig. n° 2 : Coupe géologique de la région de Sebgag.
Geological cross section of the Sebgag region

1. Etude des courbes de récession :

Sur un hydrogramme de ruissellement, La courbe de récession représente la décroissance des débits entre la pointe de la crue et la fin du tarissement où les écoulements peuvent atteindre une valeur nulle.
Les données dont nous avons pu disposer pour étudier le Sebgag sont très limitées dans le temps (Novembre 1966 - fin Août 1967). De plus, la courbe des débits journaliers présente de nombreuses variations liées aussi bien au pouvoir évaporant de l'atmosphère qu'aux erreurs dans l'estimation des débits en période de basses eaux.

Pour préciser les conditions d'alimentation de l'Oued en régime non influencé, nous avons été amenés à effectuer une série de jaugeages portant sur la période allant de Février à Septembre 1981. Pour tenir compte de l'expérience acquise par les services de l'Agence Nationale des Ressources Hydriques (ANRH) sur l'Oued Sebgag et pour éviter l'influence du ruissellement de surface, nous avons effectué nos mesures de débits dix jours en moyenne après les précipitations.

a. Méthodologie :

C'est Ed. Maillet[1] qui a montré qu'en régime non influencé, C'est à dire en dehors de toute période de réalimentation pluviale, la courbe de tarissement de formule générale :

$$Qt = Q_o e^{-\alpha t}$$

Donnait le débit (Qt) en (m^3) ou en (l/s) à l'instant (t) en fonction du débit (Q_o) à un instant (t_o) pris comme origine.
Le coefficient de tarissement α est en fonction :

- De la nature géologique et de la morphologie des bassins versants.
- De la perméabilité des roches.
- Du volume de la nappe aquifère.
- Du débit à l'origine.

1 : Réméneras G., Hydrologie de l'ingénieur, ed. Eyrolles, Paris, 1976.

En ordonnée semi-logarithmique , le coefficient angulaire des courbes représentatives de décrue, permet de calculer le coefficient de tarissement (α).

$$\alpha = \frac{\log Qo - \log Qt}{t}$$

L'intégration de la courbe de tarissement donnera le volume par défaut (il n'est pas tenu compte ici de l'évapotranspiration) des réserves emmagasinées par les nappes souterraines à l'instant (to).

Si (W) représente le volume emmagasiné, nous aurons :

$$W = \frac{Qo \times 86400}{\alpha}$$

La méthode de Maillet est la méthode la plus simple d'étude de tarissement des réserves souterraines et du volume d'eau emmagasiné.

Lorsque les cours d'eau sont alimentés par d'importantes réserves souterraines et dans le cas de bassins très perméables, il semble qu'il vaille utiliser la deuxième relation proposée par Maillet et vulgarisée par G. Tisonl qui admet que les débits décroissent en fonction du temps comme l'inverse de leur racine carrée.

$$Qt = \frac{Qo}{(1+\alpha t)^2} \quad \text{d'où} \quad \sqrt{Qt} = \frac{\sqrt{Qo}}{1+\alpha t}$$

Avec :

En abscisse le temps (t) en jours.

En ordonnée ($\sqrt{Qt}$) ou ($1/\sqrt{Qt}$) en m^3/s.

Pour le calcule du volume emmagasiné, Tison utilise la relation :

$$W = \frac{Qo \times 86400}{\alpha(1+\alpha t)}$$

Méthode de Mangin :

A. Mangin (1970) et (1974) qui, après une critique sévère des différentes méthodes mises en œuvre par ses prédécesseurs propose une nouvelle approche fondée sur la prise en compte de l'infiltration, paramètre qu'il estime avoir été négligé dans les méthodes précédentes.

L'équation de la courbe de récession donnée par A.Mangin (1974) s'écrit :

$$Qt = \left[Q_0 \left(\frac{1-\eta t}{1+\varepsilon t} \right) \right] + Q_{R0} e^{-\alpha t}$$

La figure suivante illustre le modèle et définit les différents paramètres :

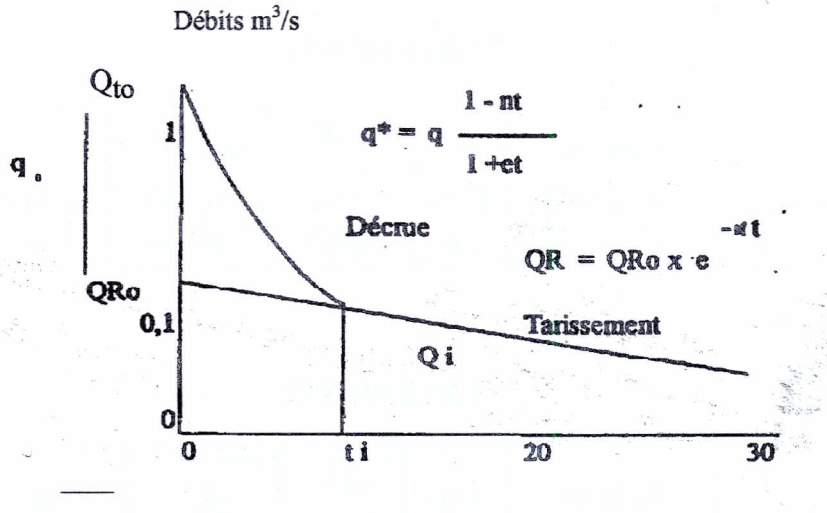


Fig. n° 3 : Figure montrant les différents paramètres de l'équation d'A. Mangin.
Figure showing the different parameters of A. Mangin equation.

Dans ce diagramme :

Qt : débit total à l'instant t.

Q_r : débit de départ du tarissement.

q_o : débit d'infiltration il est égal à Q_{to} - Q_{ro} .

η : est le coefficient de durée de la crue ou de vitesse d'infiltration ($\eta = 1 / t_I$), t_I représente la durée de la décrue.

ε : Coefficient d'hétérogénéité d'écoulement que l'on obtient à partir de la relation :

$$\frac{q_0 - q_t}{q_t \times t} - \frac{\eta q_0}{q_t} \quad \text{avec } q_t = Q_{ro} - Q_t$$

α : Coefficient de tarissement de l'aquifère.

La décrue s'obtient en retranchant le tarissement du débit total dans la première partie de la courbe.

Mangin propose alors par utilisation de la méthode qu'il préconise de classer les différents systèmes à partie de leur fonctionnement.

Le système sera caractérisé à partir de deux paramètres i et k :

- i qui est la valeur de la fonction :

$$i = \frac{1 - \eta t}{1 + \varepsilon t}$$

Il rend compte de la vitesse de la décrue. Ce paramètre se rapporte à la zone d'infiltration. Pour i faible la pente serra forte et la décrue rapide.

- k qui représente le rapport du volume dynamique au volume de transit, avec :

  Vd = (Q_I / α) . 86400 .

  Vt = Q moyen (module) . 86400 . 365.

k traduit l'importance du système de la partie noyée (dans le cas d'un karst).

b. Analyse des hydrogrammes relevés sur le Sebgag :

Nous avons retenu deux périodes, la première de Mai à fin Août 1967, la seconde du début Avril à fin Août 1981. Les deux courbes de récession présentées en coordonnées semi-logarithmiques témoignent de décrue rapide avec de multitudes variations de niveau pour la première période alors que la décrue parait beaucoup plus régulière pour la seconde. Cette différence dans l'évolution de la décrue nous parait liée à l'influence du ruissellement de surface pour la première période, alors que pour la seconde qui suit une pente plus faible, montre un bon alignement des différents points.

c. Résultats :

Méthode de Maillet :

TABLEAU N° 1

	Date (j)	t_i (j)	Q_o m^3/s	Q_t m^3/s	α	W 10^6 m^3
Première période	5 Mai 1967	112 j	0.05	0.040	0.00205	2.10
Deuxième période	1 Avril 1981	130 j	0.055	0.040	0.0024	1.98

Méthode de Tison :

TABLEAU N° 2

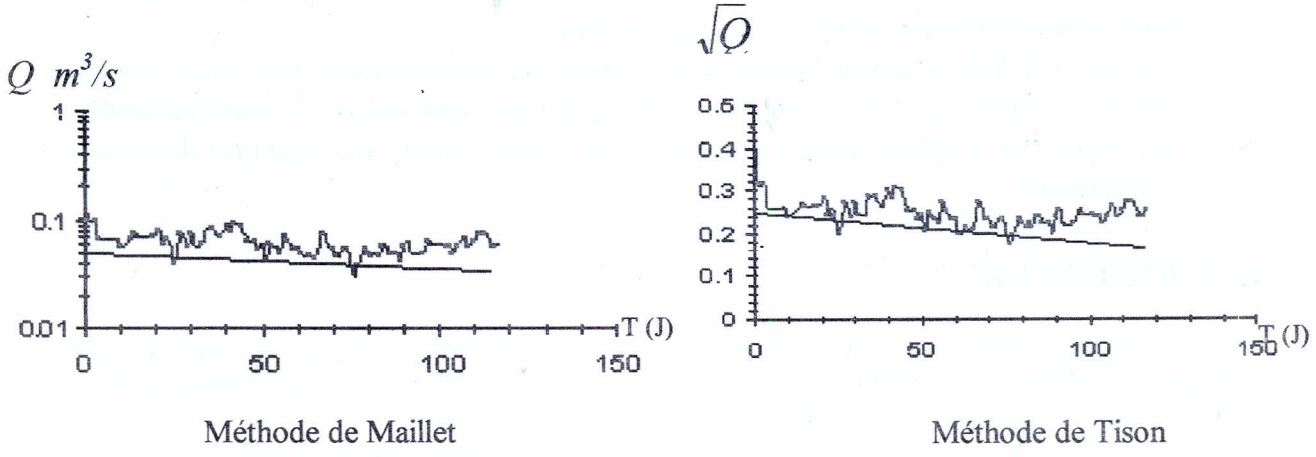
	Date (j)	t_i (j)	$\sqrt{Qo}$	$\sqrt{Qt}$	α	W 10^6 m^3
Première période	5 Mai 1967	100 j	0.253	0.189	0.00338	1.23
Deuxième période	1 Avril 1981	110 j	0.25	0.220	0.00227	1.85

Méthode de A. Mangin :

Nous avons réuni dans le tableau 1les résultats obtenus par application de la méthode d'A.Mangin aux deux courbes de récession.

TABLEAU N° 3

	Date (j)	t_i (j)	Qt m^3/s	Q_R 0 m^3/s	q_0 m^3/s	q_i m^3/s	α	η	ε	i	VD $10^6 m^3/s$	VT $10^6 m^3/s$	k
1ière période	5 Mai 1967	26 j	0.20	0.05	0.150	0.047	0.00205	0.0385	-0.025	0.97	2.10	4.22	0.497
2ieme période	1 Avril 1981	92 j	0.188	0.055	0.133	0.044	0.0024	0.01087	-0.0106	1	1.98	4.22	0.469



Méthode de Maillet Méthode de Tison

Fig. n° 4 : Courbe de récession de l'Oued Sebgag durant la période mai - août 1967.
Recession curve of Oued Sebgag during the period May - August 1967.

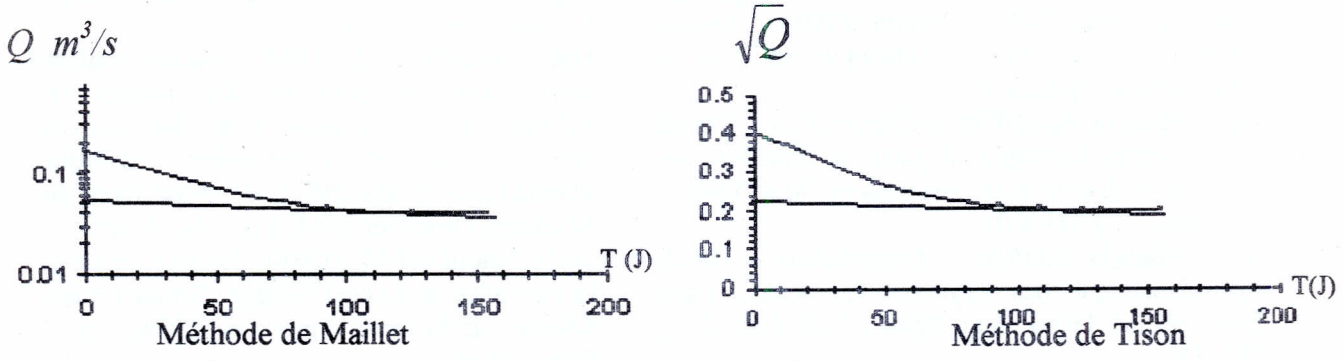


Fig. n° 5 : Courbe de récession de l'Oued Sebgag durant la période avril - octobre 1981.
Recession curve of Oued Sebgag during the period April - October 1981.

DISCUSSION ET CONCLUSION :

Les résultats obtenus à partir de l'analyse des deux courbes sont très proches (à l'exception peut être de η et de ε qui sont directement influencés par la durée de la décrue 26 jours pour la première et 92 jours pour la seconde.)

Les coefficients de tarissement sont faibles, ils traduisent soit l'importance des réserves, soit ce qui est plus vraisemblable, que l'aquifère est directement lié au milieu gréseux.

Les valeurs obtenues pour i et k indiquent que le système de Sebgag correspond à un bassin complexe. Dans les faits, nous savons que le bassin du Sebgag est implanté sur un milieu poreux (grés) comportant un nombre important de fissures, il n'y a pas de réseau spéléologique et à priori de système noyé à l'aval.

Pour intéressante qu'elle soit, la méthode préconisée par A. Mangin ne nous parait pas généralisable au milieu dont nous avons entrepris l'étude.

La méthode est très complexe, comporte un nombre de paramètres trop élevé eu égard aux précisions dont nous disposons en milieu sub aride ou aride.

Le bassin du Sebgag comporte certes une circulation en milieu fissural, mais celui – ci est loin de pouvoir être assimilé à un karst. Dans ces conditions, il nous parait que les méthodes de Maillet et de Tison lorsque l'on a affaire à des grès sont les plus adopter pour nous apporter des résultats proches de la réalité.

BIBLIOGRAPHIE

[1] : **Agence Nationale des Ressources hydriques [ANRH] (1980)** : Données hydromètriques des Oueds : Sidi Naceur, Touil, Seklafa et M'Zi.

[2] : **Cornet A. (1952 a)** : Carte géologique détaillée au 1 / 200.000, feuille de Geryville (El-Bayadh). Publ. Serv. carte géol. Algérie, feuille N° 66.

[3] : **Cornet A. (1952 b)** : L'Atlas Saharien Sud oranais. Publ.XIX congr. géol.Intern., Alger, monog.reg., 1ièré série, N° 12, 122 p, 9 figs, 1 pl.

[4] : **Hydraulique de Tiaret (1968)** : Irrigation à partir de l'Oued Sebgag, Daira d'Aflou, Algérie; ouvrage 15 a, partie technique et travaux spécifications , p 12 à 17.

[5] : **Mangin A. (1970)** : Contribution à l'étude des aquifères karstiques à partir de l'analyse des courbes de décrue et de tarissement. Ann. Spléo. , t.25, fasc. 3, p 581-610.

[6] : **Mangin A.(1974)** : Contribution à l'étude hydrodynamique des aquifères karstiques. Thèse Doct. d'Etat, Dijon. Ann. Spléo., t.29, fasc. 3, pp 283-332.

[7] : **Ritter E. (1902)** : Le Djebel Amour et les monts des Ouled Nail. Bult. N° 43, publ. sc. géol. de l'Algerie, 2 ième série, 100 p.

[8] : **Stamboul M. et Rouquet L. (1982)** : Résultats préliminaires sur l'étude géologique et hydrogéologique de la région de Sebgag, Djebel Amour, Atlas Saharien central, Algérie. Caractérisation du bassin d'alimentation des sources de l'Oued Touil 4 ^{eme} séminaire des sciences de la terre, Alger 5/6/7 Juin 1982, 2 p.

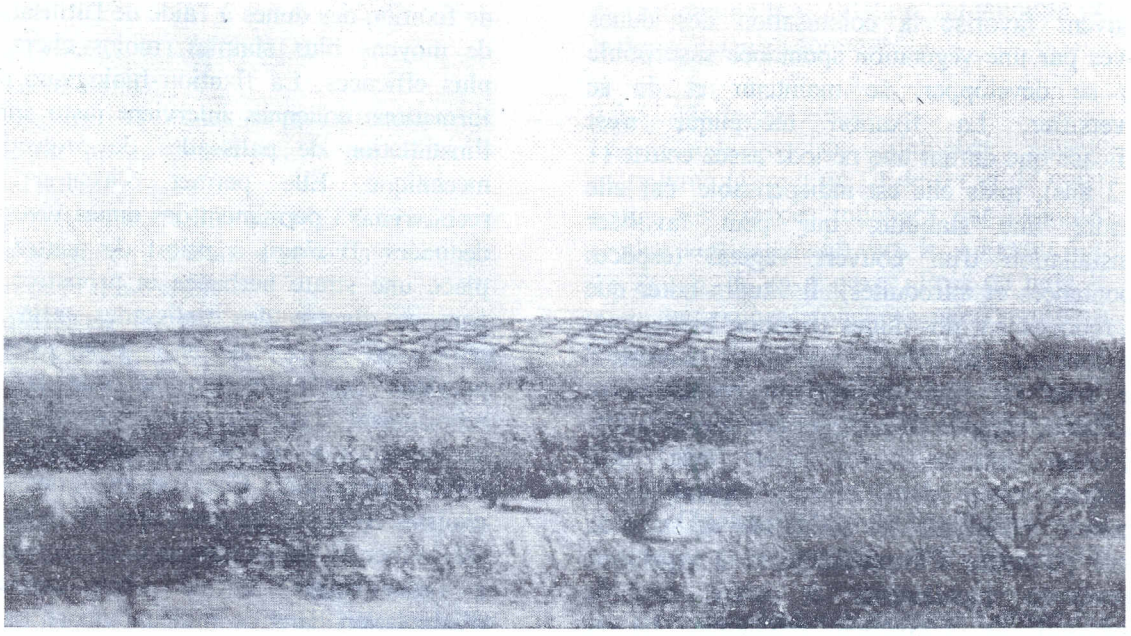
[9] : **Stamboul M. (1983)** : Contribution à l'étude hydrogéologique de la haute vallée du Sebgag (Djebel Amour, Atlas Saharien Central, Algérie). Thèse de magister, 138 p, 78 figs, 34 tableaux, IST (Oran).

[10] : **Stamboul M. (1984)** : Essai d'analyse corrélatoires et spectrales des sources de Sebgag et comparaison avec les sources Aliou, Bajet et Fontestrobes, colloque international L'eau clé de développement du Maghreb, Oran Oct 1984, 3 p, 1 fig, 1 carte.

[11] : **Stamboul M. (1986)** : Hydrologie de la haute vallée de l'Oued Sebgag, Séminaire des sciences de la terre, Alger Dec 1986, 5 p, 2 figs, 1 carte.

ETUDE DE LA DYNAMIQUE DE LA VEGETATION SUR LES DUNES FIXEES DANS LA ZONE D'EL-MESRANE (CORDON-DUNAIRE, DJELFA, ALGERIE).

A.CHOUIAL, I.N.R.F BP-37. I.N.R.F. Cheraga -ALGER



RESUME

La quantification linéaire de la végétation effectuée sur des dunes fixées mécaniquement, dans la région d'El-Mesrane (Djelfa), nous apporte des informations précieuses qui permettent d'améliorer les techniques et les dispositifs de fixation de dunes. Cette expérimentation nous a permis également de surveiller la colonisation des dunes, à partir d'un taux de recouvrement quasi nul, jusqu'à des taux de végétalisation (recouvrement) supérieurs à 70% (dunes fixées).

Le suivi de la dynamique de cette végétation sur ces dunes, nous a permis aussi d'estimer le temps nécessaire pour la stabilisation d'une dune qui fluctue entre 12 à 15 mois, quand les conditions climatiques, sont supposées normales et dans le cas où la dune est bien fixée mécaniquement.

La quantification de cette dynamique de la végétation nous renseigne aussi sur la manière de la colonisation des dunes par succession de la végétation spontanée.

Mots clés: dynamique, végétation, dunes, colonisation, quantification, désertification, fixation.

SUMMARY

Lineally quantification of vegetation on fixed dunes by mecanic in experimental plots of E-Mesrane, department of Djelfa. Give us more datas about technics and kind of biologic fixation of eolian formations. The follow up of testing for almost a decade has given encouraging results in the field of sand invasion struggle, by biological fixation. It also permitted do dire the follow of vegetal, from the initial stage where the rate vegetal recovery is nearly null 70 the colonization of fixed dunes (recovering rate 70%).

The follow-up of vegetation evolution on dunes allowed us to select the most appropriate species from the point of view of fixing capacity, adaptation to dunes milieu and real time for the dune to be fixed (12 - 15 months).

Key words: dunes, biological growth, quantification, fixation, colonisation, dynamique, desertification.

I-INTRODUCTION:

En régions semi-arides, où les précipitations dépassent 200 mm/an, la fixation des dunes comme dans le cas du cordon-dunaire, El-Mesrane, Djelfa), nécessite avant tout, d'entreprendre toutes les actions qui peuvent favorisé la colonisation des dunes vives par une végétation spontanée susceptible de se développer, se maintenir et de se diversifier. La fixation mécanique n'est efficace que durant une période assez courte (1 à 2 ans), mais elle est indispensable, car elle assure une stabilité, qui peut favoriser l'installation d'un couvert végétal (espèces spontanées et introduites). Il vaudra noter que le reboisement des dunes (fixation biologique) ne constitue pas souvent une bonne réussite, il ne peut lui seul assurer un recouvrement suffisant, capable de protéger ces dunes contre l'érosion éolienne ; c'est pour cela, qu'il faudrait créer dans chaque opération de fixation mécanique, les conditions de stabilité; pour permettre à l'apparition de la végétation spontanée rapidement, et avant que le dispositif de protection mécanique ne se détériore.

L'analyse linéaire de la végétation nous apporte d'importantes informations, qui peuvent être utiliser pour améliorer les dispositifs de fixation des dunes, et atteindre l'objectif envisagé à savoir la colonisation totale des dunes par une remontée biologique progressive et une réduction importante des coûts (40 à 60 %). La fixation mécanique des dunes est coûteuse, il faut, à chaque fois que cela est possible, l'éviter.

Il est également important de rappeler que la quantification de la dynamique de la végétation s'applique généralement, dans le domaine pastorale d'une façon plus vaste. Son intérêt est d'évaluer la

productivité des pâturages, la charge du bétail dans les parcours et son effet sur la régénération de la végétation. Dans le cas du projet pilote de fixation des dunes d'El-Mesrane, l'objectif demeure restreint, il se limite au calcul du taux de recouvrement végétal sur les dunes fixées dans un temps donné, afin de connaître le temps que met une dune fixée mécaniquement pour être colonisée et stabilisée par la végétation spontanée, dans une région connue par son climat rigoureux.

Enfin, l'objectif de ce travail rentre dans le cadre d'une perspective pour améliorer les techniques de fixation des dunes à l'aide de l'utilisation de moyens plus simples, moins chers et plus efficaces. La fixation biologique des formations éoliennes intervient juste après l'installation de palissades de protection mécanique. Elle permet d'assurer un recouvrement permanent des dunes vives et dénudées. Il s'agit à priori de mettre en place une strate herbacée et arbustive de part et d'autre des palissades, afin de remplacer dans un bref délai l'effet provisoire de protection de celles-ci. Le reboisement d'enrichissement se fait avec des espèces adaptées aux conditions du milieu physique. Ces espèces ont été choisies en raison de leur capacité fixatrice (résistance au déchaussement des racines et à l'ensablement) et de leur capacité d'adaptation dans ce milieu dunaire et en particulier la résistance à la sécheresse et aux basses températures (CHOUIAL, 1999). La strate herbacée occupe aussitôt l'espace dunaire, assure une stabilité préliminaire et permet à la strate arbustive de se développer.

I. 1. Localisation de la zone d'étude et principaux facteurs climatiques:

La zone d'étude, se situe dans la zone de transition entre les Hauts Plateaux et l'Atlas Saharien, précisément dans le Cordon-dunaire des Zahrez (Sud de Hassi-Bahbah à environ 270 km d'Alger (voir la carte de localisation). Les deux facteurs climatiques essentiels qui influent sur la croissance et le développement de la végétation, pris en considération sont :

* l'intensité de la durée du froid hivernal (dormance hivernale);

l'intensité estivale, d'autant plus longue et chaude que la pluviosité moyenne annuelle est faible (dormance estivale).

m" = Minimum absolu observé - 12° c
m' = moyenne brute des minima mensuelles extrêmes = 0.4° c
m = moyenne de tous les minima 6.5° c
M" = Maximum absolu observé 40° c

M'= moyenne brute des maxima mensuelles extrêmes 26.9°
M = moyenne de tous les maxima 20.2° c
M+m/2 = moyenne mensuelle 13.35° c
Q2 Quotient d'Emberger = 33.2.
D'après SELTZER , (1914 à 1938).

II. MATERIEL ET METHODE

2.I. MATERIEL:

L'installation des lignes de quantification de l'évolution de la végétation a nécessité le matériel suivant:
- Cinq fils de fer gradués tous les dix (10) cm, dont la longueur est égale au prolongement du versant de la dune choisie.
- Cinq fils de fer de 30 à 40 cm de long. chaque fil se termine par une tige fine ou par une aiguille métallique, qui servant aux relevés;
- Piquets en bois ou en fer de 1,5 m .

2.2. METHODE :

2.2.1. Choix des dunes :

L'expérimentation s'est déroulée sur des formations sableuses dont la morphologie est assez variée. Cinq dunes fixées ont été choisies (dunes 1, 2, 3, 4, 11). Trois catégories de pentes ont été prises en considération: faible de00 – 10%, moyenne de 15 - 25% et forte, supérieur à 25%). Les techniques de fixation testées, sont la fixation mécanique par la maille plastique et par le branchage des végétaux, installé sous forme de palissades, constituant des carroyages de 4 x 4 m et de 8 x 8 m. Plusieurs expositions ont été retenues, et en particulier l'exposition Sud-Ouest, qui correspond aux vents dominants (voir tab. I, en annexe).

2.2.2. Installation des dispositifs de quantification linéaire :

La mise en place d'une ligne, s'est effectuée de la manière suivante : trois piquets ont été placé sur le versant de la dune choisie. Le premier sur le sommet, le deuxième sur le mi-versant et le troisième sur le piemont. Le fil de fer gradué a été tendu à l'aide de ces piquets, du sommet jusqu' au pied-mont à travers la végétation, à une hauteur de 30 à 40 cm du sol. La tige de relevé elle été attachée au fil de fer gradué par un fil
(voir fig. 1a).

Le choix de cette technique été basé sur certains critères jugés favorables pour cet essai à savoir la facilité, la rapidité d'exécution et le peu de moyens qu'elle exige. En plus, ce dispositif offre aussi la possibilité de surveiller la dynamique de la végétation, du piémont de la dune jusqu'au sommet.

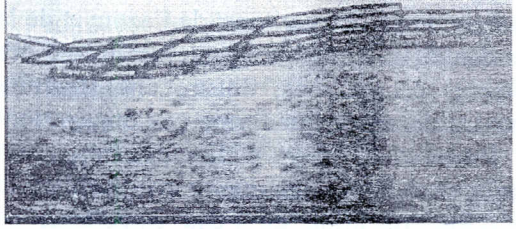
2.2.3. Mode de relevé:

La méthode consiste à déplacer l'aiguille métallique le long du fil de fer et de noter toutes les espèces touchées par l'aiguille tendue verticalement vers le sol (voir fig. 1b & tab. II, en annexe). Puis on note le nom des espèces touchées par l'aiguille à chaque graduation du fil, sur des fiches de relevés (GOUNOT, 1969). Ces relevés ont été effectué, durant les moi de mars, avril mai et juin 1987).

2.2.4. Quantification de l'évolution de la végétation spontanée sur les dunes fixées:

La fixation mécanique consiste à ériger des obstacles capables, à la fois de freiner la vitesse du vent et d'éviter le déplacement de sable, afin de créer une stabilité à l'intérieur des carroyages installés sur la dune (voir fig. 2, en annexe). Cette stabilité permet aux espèces introduites de se développer et à la végétation spontanée de s'installer.

Fig.2 : Stade initial de colonisation d'une dune après la fixation



La fixation biologique intervient juste après la fixation mécanique ; il est préférable donc de planter dés la première année les espèces qui ont une forte capacité fixatrice et qui s'adaptent aux conditions climatiques locales. Les espèces expérimentées sont : Tamarix gallica, Tamarix articulata, retama retam Webb, Atriplex halimus L., Atriplex canescens, Atriplex numularia, Eleagnus angustifolia,

Acacia spp, Robinia pseudo-acacia, Opuncia ficus indica spp, Medicago arborea. Toutes ces espèces , ont un enracinement profond et offrent une résistance aux aléas du milieu, à savoir :le déchaussement, l'ensablement, la gelée et la sécheresse.

Quatre relevés couvrent la période allant du 03 Mars au 06 Juin 1987, ont été effectués sur les cinq (05) dunes choisies dans le projet de fixation des dunes. Ces relevés ont servi pour le calcul des indices suivants (voir, tab, III, IV, V, en annexe):

a) Le taux de recouvrement global (R): C'est le rapport, exprimé en pourcentage entre le nombre de points où il y a présence des espèces et le nombre total des points échantillonnés.

b) Fréquence spécifique (FSi): c'est le nombre de fois où l'espèce est touchée par l'aiguille.

c) Fréquence centésimale d'une espèce (FCi): C'est le rapport exprimé en pourcentage entre le nombre de présence et le nombre total de points observés, elle constitue une "mesure" du recouvrement de l'espèce.

d) contribution spécifique contact (CSi): c'est le rapport exprimé en pourcentage entre le nombre de contacts de l'espèce et la somme des contacts de toutes les espèces; elle traduit la participation de l'espèce à l'encombrement végétalien (FORGEARD, F. et TOUFFET, J. 1980), GOUNOT, M.(1969) et DONADIEU, (1985).

2.2.5. Analyse pédologique :

Cinq échantillons du sol ont été prélevés à une profondeur de 20 cm étant fait l'objet à l'analyse du pH, du carbone, de l'azote et de la granulométrie. L'analyse granulométrique des différents échantillons, illustre une structure grossière du sable qui forme ces dunes, dont les fractions argiles + limons fins, sont inférieures à 10%. Une grande perméabilité et une faible rétention de l'eau caractérise ce sable. L'analyse des autres paramètres chimiques du sol, à montré une faible teneur en carbone, en azote et en matière organique avec un pH assez élevé et une faible teneur en humidité (voir tab., VI, en annexe). La faible teneur en matière organique, peut être expliquer par le caractère «vierge» et ouvert des dunes (milieu) fixées. Le tableau VI, illustre bien l'évolution des composants organiques en fonction du temps. Les dunes anciennement fixées présentent des valeurs relativement supérieures en teneur de matière organique.

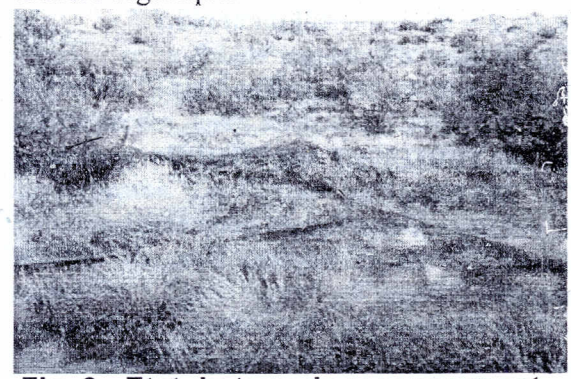


Fig. 3 : Etat du taux de recouvrement Sur une dune fixée en 1983

III. RESULTATS ET DISCUSSION:

L'analyse linéaire a mis en relief, le processus (ou la manière) de colonisation des dunes par la végétation spontanée. A partir de ces relevées, on note un taux de recouvrement végétal très élevé, qui dépasse 70% sur toutes les dunes prises en considération, sauf le cas de la dune n° 04 où on a enregistré seulement 40%, cela est probablement dû à sa hauteur et sa pente abrupte. Ce taux de recouvrement est capable d'assurer une protection contre l'érosion éolienne et de fixer ses sables (d'après LE HOUEROU, 1969, l'érosion éolienne commence à se manifester, si le recouvrement est inférieure à 15%). D'une façon générale la colonisation des dunes se réalise selon la dynamique suivante: l'apparition de certaines espèces telle que Pseudoerucaria teretifolia après la fixation mécanique avec un taux de recouvrement de 20 à 30%. Les autres espèces, comme les légumineuses et les composées apparaissent en abondance lorsque le sable commence à se stabiliser, sur des dunes plus ou moins fixes et sur des dunes suffisamment fixées. Les différences dans les taux de recouvrement sur ces dunes dépendent surtout des conditions de l'environnement de ces dunes, qui sont extrêmement variables (topographie, exposition, forme de dunes). Ces facteurs peuvent avoir une influence considérable sur la survie et le taux de croissance des espèces. Mais, quelle que soit l'influence de ces facteurs, une bonne protection

mécanique favorise souvent la reprise de la végétation spontanée.

A El-Mesrane on a obtenu les taux de recouvrement suivants (01 à 04 année après la fixation : voir fig.4).

- Dune 01 (1983) 94 %
- Dune 11 (1983) 87%
- Dune 04 (1984) 44.11 %
- Dune 02 (1985) 85%
- Dune 03 (1986) 72 %

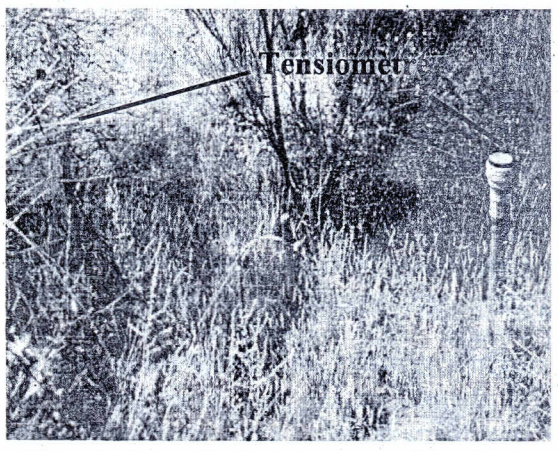


Fig. 4 : Installation des tensiomètres pour le suivi de la variation du niveau de l'humidité des dunes

L'analyse quantitative de la végétation spontanée sur les dunes fixées, montre sans doute une évolution progressive du couvert végétal après une bonne protection mécanique. Le relevé du 03/3/1987 sur la dune n°11 (fixée en janvier 1983, végétation nulle avant la protection mécanique), a permis d'obtenir un taux de recouvrement de 72% (AMMAR KHODJA , et INRF de DJELFA, (1987), ABERKANE, (1987), ont estimé aussi ce taux à 67%, sur des dunes voisines, après une année de protection mécanique (Tab. III, en annexe).

A partir du même relevé, on note que la contribution spécifique (Csi) des espèces apparues après la fixation des dunes, confirme la dominance de celles dites pionnières, est en particulier Pseudoerucaria teretifolia (47,94%) et Cutandia dichotoma (5,58 %) d'une part, et la faible présence des espèces non fixatrices comme le Medicago littoralis (00%) et Onopordon arenarium (00%) d'autre part, comme le montre le tableau V (en annexe).

Le relevé du 04/5/1987 sur les dunes fixées en 1983 et 1984, confirme clairement l'évolution régressive des espèces dites pionnières de 58.89% pour Pseudoerucaria teretifolia sur la dune 04 fixée en 1986 à 16,69% sur la dune n°1 fixée en 1983. Ceci s'explique par un début de restitution de la matière organique dans le sol, ce qui favorise l'apparition de quelques espèces peu exigeantes, ou par la concurrence interspécifique (tab, II et VII, en annexe). Parmi ces espèces on cite Schismus barbatus, Onopordon arenarium, Hordeum murinum, Eruca visicaria, et medicago littoralis. Ces données se concordent avec celles obtenues par BOUZIANE, (1985).

La quantification de la dynamique de la végétation spontanée sur les dunes fixées à l'aide de différentes techniques, montre clairement que ces espèces végétales apparues spontanément forment un tapis végétal capable d'assurer une protection suffisante du sol, après la détérioration du dispositif de la fixation mécanique. Cette stabilité crée une diversité biologique, et une richesse spécifique, qui va favoriser l'apparition d'autres espèces fourragères. Quand au rythme de l'évolution de la végétation sur les dunes, est souvent très rapide sur les petites et les dunes moyennes et en particulier celles qui sont exposées aux apports de graines par le vent, comme on a observé dans le projet. Par contre la dynamique est lente ou difficile sur les dunes supérieures à 12 m, les dunes instables ou mal protégées et sur les dunes qui ne reçoivent pas des quantités de graines suffisantes. Certainement sur les sommets des dunes de hauteur importante, l'humidité des sols joue aussi un rôle limitant.

D'une façon générale, les versants exposés aux sources d'approvisionnement en graines, sont les plus riches en végétation spontanée. Même sur les dunes qui ont un taux de recouvrement végétal élevé, ce recouvrement s'affaibli peu à peu du piémont au sommet de la dune. Le degré de recouvrement prend son taux le plus élevé durant le mois d'Avril (voir, Tab, III, IV,V, et VI, en annexe).

D'après ces relevés, on a estimé le temps nécessaire à la fixation et la colonisation d'une dune vive de 12 à 15 mois dans des conditions favorables. Le suivi de la

dynamique de la végétation, nous a permis d'autre part de compter les espèces qui colonisent les dunes selon leur état de stabilité (voir Tab, VII, en annexe). Sur les dunes plus ou moins stables ou vives, on trouve l'Aristida pungens, et Pseudoerucaria teretifolia qui s'adaptent bien grâce à leur système racinaire très développé à extension verticale et horizontale, puis Schismus barbatus et Cutandia dichitoma (comme il été aussi signalé par POUGET, 1983).

La fixation de dunes mécanique, offre donc de grandes possibilités d'apparition rapide de cette végétation spontanée. D'une manière générale le nombre total des espèces est important est augmente rapidement en fonction de la stabilité des dunes. BRAGUE, N. et BENCHERIF, (2001) ont inventorie 69 espèces les mêmes après une quinzaine d'années. Les relevés effectués également par BRAGUE, A et HABIB (2001), signalant la présence d'un cortège floristique et un taux de recouvrement significatif et variable selon les topo séquences. Ces espèces, sont à l'origine de l'enrichissement de la litière, qui joue un rôle considérable dans la restitution de la matière organique. Sur les dunes fixées à l'aide de la méthode combinée (mécanique et biologique), et après un certain temps, on compte une faible présence ou une disparition totale (selon le degré de stabilité de la dune), des espèces pionnières notamment l'Aristida pungens et Pseudoerucaria teretifolia d'une part et en même temps, on remarque l'apparition d'autres espèces plus utiles du point de vue fourrager d'autre part (voir, tab, IV et V, en annexe). La densité considérable de ces espèces, fait créer un effet auto-paillant sur le manteau sablonneux, en améliorant certainement le bilan hydrique du substrat et déclenchant le processus de restitution de la matière organique dans le sol. KAABECHE, (2001), dans son étude sur la flore et la végétation psammophiles au Sahara algérien (sur un territoire assez vaste), cite un nombre important des espèces végétales spontanées qui s'adaptent au substrat sableux peu épais dans la région du cordon dunaire de Boussada,

Parmi eux on trouve les espèces citées dans notre cas. Il insiste également sur ce type d'étude en particulier l'analyse des écosystèmes en équilibre qui constituent des exemples à prendre en considération au moment de la conception des projets de fixation des dunes.

En ce qui concerne l'évolution de la biomasse, elle à été étudier par AERKANE (1987), sur quelques espèces colonisatrices des dunes, dans la même zone et à la même période. L'auteur indique que la phytomasse totale augmente considérablement du mois de Mars à Avril à l'ordre de 253.73 à 420.21 g/MS/M² (voir fig. 3), puis, demeure constante pour le reste de la saison avec de 420.21 à 447.87 g/MS/M². Cette augmentation, coïncide avec la période de végétation et de la forte production de la matière végétale sèche est très importante (voir tab, VII, en annexe). Le maximum de 44.78 kg/MS/Ha, obtenu en début de Juin par ABERKANE, (1987), parait faible en comparaison avec la phytomasse totale obtenu en milieu steppique dégradé, a faciès à armoise blanche (931 kg/MS/Ha avancé par AIDOUD, 1983). La faible production de la phytomasse sur ces dunes fixées, est due certainement aux conditions d'un milieu ouvert, pauvre et en début de colonisation.

Le problème majeur de la stabilité des dunes fixées est lié à la dessiccation de la végétation après des longues saisons de sécheresse. Dans la région d'El-Mesrane, l'expérience nous confirme, si la fixation mécanique est bien réussie, les conditions climatiques sont souvent favorable pour une bonne reprise de la végétation spontanée.

IV CONCLUSION

La quantification de la remonté biologique sur les dunes récemment fixées, a montré une évolution progressive des espèces fixatrices dites pionnières qui colonisent les dunes rapidement sous l'effet de la stabilité, crée à la suite de la fixation mécanique. Ces espèces ont montré une capacité fixatrice exceptionnelle, parmi elles certaines possédant des valeurs fourragères importantes. Dans le cas d'El-Mesrane, le temps que met une dune traité pour être fixée ne dépasse pas 12 à15 mois, dont le taux de recouvrement dépasse généralement 70 % et par fois peut atteindre plus de 89 % au bout de 03 ans.

Les relevés floristiques effectués à cette occasion, confirment une évolution régressive des espèces végétales dites pionnières à chaque fois où la dune se stabilise mieux. Ces espèces, contribuent avec efficacité à la restitution de la matière organique dans le sol et par conséquent favorisent l'apparition d'autres espèces plus utiles sur le plan fourrager et moins exigeantes sur les dunes bien fixées.

L'apparition de graminée sur les dunes traités telle le Schismus barbatus et Koeleria pubsens, constitue un indice de fertilité et de l'évolution du sol par rapport à la dune vive (stade initial). Le nombre important et la variété des différentes espèces végétale indique les conditions favorables à leur installation dans ce biotope après la fixation mécanique.

Certaines espèces présente des capacités fixatrices exceptionnelles et leur multiplication rend l'opération de fixation à la fois efficace et économiquement plus rentable (réduction importante des coûts). Cette végétation spontanée peut renforcer mieux la capacité fixatrice des espèces introduites qui présentent souvent des contraintes de comportement et d'adaptation dans les milieux dunaires.

Enfin, il est recommandé de travailler en progressant dans le sens de la direction du vent, car on a remarqué que la surface qui se trouve à l'abri du dispositif installé, profite d'une certaine protection, ce qui favorise souvent l'apparition de la végétation spontanée. La largeur de cet espace peut atteindre quelques dizaine de mètres. Cet essai qui ne concerne qu'une partie de l'opération plus précise de fixation des dunes nous à permis d'obtenir quelques informations précieuses et indispensables pour l'amélioration des techniques de stabilisation des dunes.

V- BIBLIOGRAPHIE:

[1]ABERKANE. M, (1987). " Quelques aspects de régénération sur le cordon-dunaire de la région de Djelfa". mem. Ing, USTHB, Alger.

[2]AMMAR KHODJA. M, (1987). "Les relevés d'analyses linéaires sur le cordon-dunaire". Station. INRF. de Djelfa, (note technique interne)

[3]AIDOUD. A, (1983). "Contribution à l'étude d'écosystème steppique du Sud oranais: phytomasse, productivité primaires et applications pastorales". Thèse.3ème.cycle,USTHB, Alger.

[4]BOUZIANE, A. (1985). ''Contribution à l'étude des semences d'espèces spontanées d'Algérie. Germination et dormance, valeurs nutritives et caractérisation des différents stades juvéniles''. DES EN Biologie végétale. USTHB. Alger. 65 p.

[5]BRAGUE.N. et BENCHERIF (2001). ''First results of the biologiq ascent in an ecosystem of dunes fixed case of d'El-Mesrane, Djelfa''. Recueil des actes, Séminaire sur la fixation des dunes (Kothbane), Taghit, (W. d'Adrar) 4, 5 et 6 Novembre 2001.

[6]BRAGUE, A. et HABIB,F. (2001). ''Impact of de fixing of de dunes on the biologic ascent of the plant table stting and speices planted''. Recueil des actes, Séminaire sur la fixation des dunes (Kothbane), Taghit, (W. d'Adrar) 4, 5 et 6 Novembre 2001.

[7]CHOUIAL. A , (1999). '' Lutte contre la désertification : Guide des techniques de fixation des dunes continentales et de protection des infrastructures socio-économiques contre l'ensablement''. Publication de l'I.N.R.F Bainem, Alger, 12. tab., 27. fig., 26. Photos, 102. P.

[8]GOUNOT. M, (1969). "Méthode d'étude quantitative de la végétation". Masson et Cie, Paris.

[9]DONADIEU. P, (1985). "Géographie et écologie des végétations pastorales méditerranéennes".

[10]FORGEARD, F. et TOUFFET, J. (1980). ''Production de litière et apport au lause dans la région de PAIMPONT. évolution de la végétation au cours de trois années suivant l'incendie''. Bull. Ecol., 11,3, 349-35.

[11]I.N.R.F. (1987). (Station de recherche sur les techniques de la lutte contre la désertification. Djelfa., notes techniques, bilan d'activité, 1987.

[12]LE HOUEROU. H.N., (1969). " La végétation de la Tunisie steppique avec référence aux végétations analogues d'Algérie, de Libye et du Maroc". I.N.R.A., Tunisie.

[13]KAABECHE, M. (2001). '' Flore et végétation psammophile au Sahara algérien''. Recueil des actes, Séminaire sur la fixation des dunes (Kothbane), Taghit, (W. d'Adrar) 4, 5 et 6 Novembre 2001.

[14]OZENDA, P. (1982).''Les végétaux dans la biosphère''. Doin Editeur, Paris. 431p

[15]POUGET, M. (1980). '' Les relations sol-végétation dans les steppes sud algéroises méridionales''. Trav. doc. ORSTOM., 550P Paris. Univ. Aix-Marseille, 1979.

[16]SELTZER. P, (1946), «Le climat de l'Algérie». 209 tabl., Univer. d'Alger. Inst. Météo. Phys. du globe de l'Algérie.

Tableau I: MODE D'INSTALLATION DES DISPOSITIFS D'ANALYSE LINEAIRE EN FONCTION DES CARACTERISTIQUES TOPOGRAPHIQUES DES DUNES

Caractéristiques Lignes	Exposition	Pente %	Hauteur en m	Date de Fixation	Materiel Utilisé	Densité du Carroyage	Espèces expérimentées
Dune1, Ligne1	Sud-Ouest	20	16	1984	Mille plastique verte (2 x 2mm)	4 x 4 m	*Retama retam, Atriplex halimus, Lucium rabicum*
Dune2, Ligne2	S-D et N-W	05	03	1984	Mille plastique verte (2 x 2 mm)	4 x 4 m	- - - - - - - - - - - - - - - -
Dune3, Ligne3	Sud-Ouest	40	20	1986	Maille plastique verte branchage	8 x 8 m	*Tamarix galica, Atriplex canescens, Retama retam*
Dune4, Ligne4	S-W et N-E	05	04	1986	Maille plastique noire (2 x 2 mm)	8 x 8 m	*Atriplex canescens, Atriplex halimus, autres*
Dune11, Ligne5	S-D et N-E	10	10	1983	Maille plastique verte (2 x 2 mm)	8 x 8 m	*Tamarix gallica, , Tamarix spp.*

Tableau V: CALCUL DE LA FREQUENCE SPECIFIQUE (FSi), LA FREQUENCE CENTESIMALE (FCi), ET LA CONTRIBUTION SPECIFIQUE (CSi), SUR LA DUNE N° 6

Espèces	FSi		FCi		CSi		FSi Moy	FCi Moy	CSi Moy
	05/03/87	05/05/87	05/03/87	05/05/87	05/03/87	05/05/87			
Pseudoerucaria teretifolia	171	204	42,75	54,84	36,77	47,44	016,5	42,12	41,18
Cutandia dichotoma	008	024	02,00	06,45	01,72	05,58	016,5	04,12	04,08
Onopordon arenarium	001	000	00,25	00,00	00,21	00,00	00,50	00,12	00,12
Retama retam	001	000	00,25	00,00	00,21	00,00	00,25	00,06	00,05
Atriplex halimus	008	000	02,00	00,00	01,72	00,00	00,52	00,50	00,43
Sol nu	272	202	69,00	54,30	59,35	46,98	223,5	- - -	- - -
Litière	000	000	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -	- - -
Total	**465**	**416**	**430**	**334**	**116,25**	**104**	**115**	**90,6**	

Tableau VI: LES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DU SOL:

	% C	% N	C / N	% MO	% Ha	PH	Granulométrie
Dune N° 1 Fixée en 84	0,09 0,14 0,11	0,014 0,005 0,008	6,42 28 13,75	0,155 0,24 0,19	3,7	9,2	Sables : 91,5 % Limons : 2,6 % Argile : 6 %
Dune N° 2 Fixée en 86	0,07 0,07 0,07	0,0014 0,0021 0,0021	50 33 36	0,12 0,12 0,13	3,7	9,3	Sables : 90,5 % Limons : 3,2 % Argile : 6 %
Dune N° 3 Fixée en 83	0,11 0,09 0,11	0,0063 0,006 0,006	17,46 16 18,33	0,19 0,165 0,19	1,15	8,5	Sables : 94,5 % Limons : 2,6 % Argile : 2,8 %

Tableau III: CALCUL DE LA: FREQUENCE SPECIFIQUE (FSi), LA FREQUENCE CENTESIMALE (FCi), ET LA CONTRIBUTION SPECIFIQUE (CSi), SUR LA DUNE N° 2

Espèces	FSi		FCi		CSi		FSi %	FCi %	CSi %
	03/03/87	03/05/87	03/03/87	03/05/87	03/03/87	03/05/87			
Pseudoerucaria teretifolia	110	104	27,50	26,00	14,55	16,69	102,25	25,56	12,46
Koeleria pubescens	004	014	01,00	03,50	00,53	02,24	07,75	01,32	01,24
Schismus barbatus	081	101	20,23	25,25	10,71	16,21	90,75	22,68	14,42
Cutandia dichotoma	031	097	07,75	24,25	04,10	15,57	60,75	15,19	09,80
Retama retam	060	073	15,00	18,25	07,94	11,72	58,50	14,62	09,20
Onopordon arenarium	083	083	20,75	20,75	10,98	13,32	96,25	24,06	15,39
Bromus rubens	000	029	00,00	07,25	00,00	04,65	22,00	05,50	03,67
Bassia muricata	000	001	00,00	00,25	00,00	00,17	0,25	0,06	00,04
Hordeum murinum	109	094	27,25	23,50	14,42	15,09	85,00	21,25	13,20
Eruca vesicaria	013	010	03,25	02,50	01,72	01,60	11,25	2,82	01,77
Lolium rigidum	004	001	01,00	01,00	03,25	02,50	02,25	00,56	00,34
Litiere	108	010	27,00	01,75	14,25	01,12	31,25	07,81	04,27
Sol nu	152	001							
Total	**756**	**615**							

Tableau IV : CALCUL DES: FSi, FCi ET CSi DES ESPECES VEGETALES SUR LA DUNE N° 2 (Relevé, Du 3/3 et 4/5/87)

Espèces	FSi %		FCi %		CSi %		FSi Moy	FCi Moy	CSi Moy
	03/03/87	03/05/87	03/03/87	03/05/87	03/03/87	03/05/87			
Pseudoerucaria teretifolia	142	126	35,5	33,42	17,5	22,38	124,35	31,18	82,54
Koeleria pubescens	235	123	58,70	32,62	28,38	21,83	140,25	35,06	23,72
Bassia muricata	0,00	1,00	0,00	0,26	0,00	0,18	0,50	0,12	0,04
Orobarche aegyptiaca	0,00	1,00	0,00	0,26	0,00	0,18	0,25	0,00	0,04
Onopordon arenarium	77,00	52,00	19,25	13,79	9,30	9,24	58,75	14,69	10,69
Bromus rubens	0,00	2,00	0,00	0,53	0,00	0,35	3,00	0,75	3,67
Cutandia dichotoma	37,00	42,00	9,25	11,14	4,47	0,35	28,00	7,00	2,93
Schismus barbatus	14,00	40,00	3,50	10,61	1,69	7,10	31,25	7,81	6,35
Lolium rigidum	0,00	28,00	0,00	7,43	0,00	4,98	8,50	2,12	1,57
Hordeum murinum	23,60	10,00	59,00	2,65	28,50	7,10	78,25	19,56	12,87
Lapula redowskii	5,00	1,00	1,25	0,26	0,60	0,18	4,21	1,06	0,79
Launaea nudicaulis	0,00	1,00	0,00	0,26	0,00	0,18	1,50	0,37	0,32
Argyrolosiun uniflorun	0,00	1,00	0,00	0,26	0,00	0,18	0,50	0,12	0,09
Ononis ratrix	0,00	13,00	0,00	3,45	0,00	2,31	11,00	2,75	2,35
Euphorbia guyoniana	0,00	6,00	0,00	1,59	0,00	1,6	4,75	1,19	1,02
Papaver rhoeas	0,00	1,00	0,00	0,26	0,00	0,18	0,50	0,12	0,10
Herniaria fontanesii	0,00	1,00	0,00	0,26	0,00	0,18	0,25	0,06	0,04
Medicago littoralis	0,00	2,00	0,00	0,53	0,00	0,35	0,50	0,12	0,08
Filago spathulata	0,00	1,00	0,26	-	-	0,18	0,26	0,06	0,04
Plantago albicans	0,00	1,00	-	0,26	-	0,18	0,75	0,18	0,16
Trigonella polycerata	0,00	2,00	0,00	0,53	-	0,35	0,50	0,12	0,08
Scabiosa stellata	0,00	2,00	-	0,53	-	0,35	0,30	0,12	0,08
Sol nu	82,00	61,00	20,50	15,25	-	0,35	81,25	20,31	-
Total	**818,00**	**518,00**	**206,90**	**135,88**					

Tableau VII: EVOLUTION DES PHYTOMASSES (D'après . ABERKANE . 1987)

		Relevé n° 1	03/03/87	Relevé n° 2	14/04/87	Relevé n° 3	02/06/87
		Moy / g/m2	ε	Moy / g/m2	ε	Moy / g/m2	ε
Pseuderucaria Teritifolia	PAL	126,93	74,27	152,35	32,5	170,06	123,39
	PAV	7,87	4,21	36,06	18,06	112,34	93,29
	PS	52,24	28,80	53,14	29,57	25,81	8,5
	TOTAL	187,04	107,28	241,55	80,67	308,21	225,18
Cutandia Dichotoma	PA	9,08	12,24	78,79	44,65	22,05	7,24
	PS	2,20	2,9	5,98	4,06	0,99	0,17
	TOTAL	11,28	15,14	84,77	48,71	23,06	7,41
L I T I E R E		55,41	39,22	93,89	63,09	116,62	90,04
PHYTOMASSE	TOTALE	253,73	161,64	420,21	192,45	447,87	323,01

PAL: Partie aérienne ligneuse PAV: Partie aérienne verte

PS : Partie souterraine PA : Partie aérienne ε : Ecart type

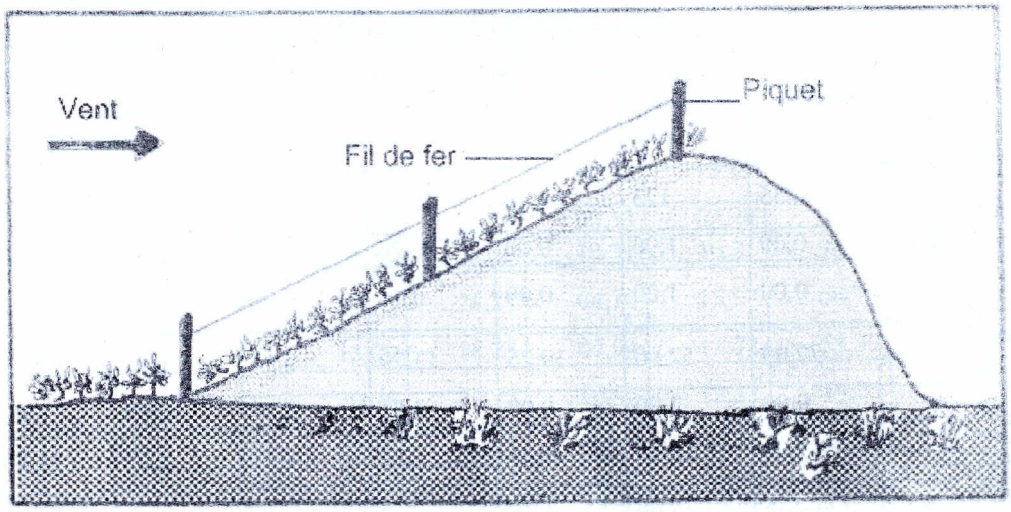


Fig. 1a : Mode d'installation du dispositif d'analyse linéaire
Cas de la dune n°1 à El-Mesrane, Djelfa.

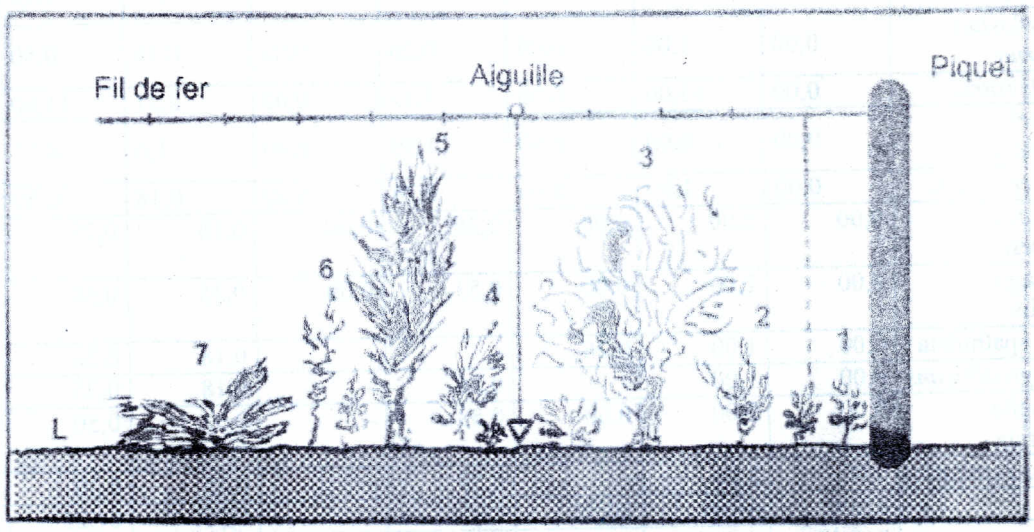


Fig. 1b : Dispositif d'analyse linéaire (inspiré de la méthode de Gounot 1969), appliquée généralement dans les terrains de parcours.

1: *Schismus barbatus*
2: *Hordium murinum*
3: *Pseudo rucaria teritefolia*
4: *Cutandia dichotoma*
5: *Retema retam*
6: *Lelium rigidum*
7: *Galactites tomentosa*
L:Litière

Impact d'un traitement du Dursban 240 (acridicide) sur l'entomofaune associée en palmeraie dans la cuvette de Ouargla (Sahara septentrional est algérien)

OULD EL HADJ Mohamed Didi et ABDI Minami
Département de biologie, Faculté des sciences et sciences de l'ingénieur
Université de Ouargla, BP 163, Ouargla 3000, Algérie

RESUME

L'usage du Dursban 240, en palmeraie a décimé indistinctement l'entomofaune utile et nuisible du palmier dattier. Sur les 34 espèces identifiées, 70,58 % sont tués; 20,58% n'ayant pas été retrouvées ni mortes, ni vivantes et 8,82% ont manifesté une résistance physique vis à vis de l'acridicide. Il s'agit de: Parlatoria blanchardi, Ectomyelois ceratonia et Apate monachus; considérés comme les principaux ennemis du palmier dattier. Le cas le plus spectaculaire a été observé chez la cochenille blanche du palmier dattier. L'acridicide a décimé toutes les larves mobiles alors que celles fixes et les adultes se trouvant sous boucliers y vivent toujours et pour toutes les doses. L'équilibre biologique de cet écosystème est rompu.

Mots clés: *Sahara/ palmeraie/ acridicide/ impact/ entomofaune/ palmier dattier.*

SUMMARY

The use of Dursban 240, in palm garden has decimated the entomofauna indistinctly useful andharmful of the date palms. The thirty for identified species, 70,58% are decimated; 20,58% have not been recovered, dead nor living and 8,82% showed a physical resistance against acridicid. This regards Parlatoria blanchardi, Ectomyelois ceratonia and Apate monachus; considered as the principal hostile enemies of date palms. The most spectacular case was observed with the P. blanchardi. The acridicid has decimated all mobile larva, whereas those stationary and adults being under shields always live of it and for all doses. The biologic balance of this ecosystem is broken.

Keys words: *Sahara/ palm garden/ acridicid/ impact/ entomofauna/ date palm.*

INTRODUCTION

L'Algérie est l'un des pays les plus menacés par le fléau acridien. Elle offre des conditions si favorables au développement de *Schistocerca gregaria* qu'elle a été considérée par PASQUIER et DELASSUS (1929) comme étant sa terre d'élection. Au Sahara, le criquet pèlerin pose d'énormes problèmes. Certes, l'histoire nous a laissé le souvenir des invasions et des dégâts du Criquet pèlerin, subit par l'agriculture saharienne. Le remède à envisager, a une telle calamité à court terme contre ce terrible péril acridien reste encore l'épandage de pesticides. A la veille du troisième millénaire, le souci de plus en plus marqué de préserver l'environnement saharien a projeté au premier plan les risques de pollution chimique et son impact sur la faune utile et nuisible du milieu saharien; ses conséquences sur le végétal et les populations. Le Sahara étant un milieu très fragile, une lutte chimique à base d'insecticide à large spectre ne peut qu'entraîner un déséquilibre de l'écosystème. Durant les campagnes antiacridiennes, d'énormes quantités d'insecticides sont déversées dans le Sahara algérien. La palmeraie est le théâtre de cette lutte chimique, dans la plupart du temps (OULD EL HADJ, 2000). Cette lutte chimique ne va pas sans problème dans cet écosystème déjà fragilisé par la sévérité des conditions climatiques du milieu aride. C'est dans cette optique qu'une étude de l'impact de la lutte chimique en palmeraie à base d'un acridicide; le Dursban 240 homologué en Algérie par l'institut national de protection des végétaux (INPV), est engagée. Cette étude s'articule au tour d'un axe; une étude qualitative de l'impact de l'acridicide sur l'entomofaune utile et nuisible du palmier dattier.

1. Méthodologie de travail

1.1. Présentation de la zone d'étude

La cuvette de Ouargla est située au fond de l'Oued Mya, à une altitude moyenne de157 m, une longitude de 5°20' Est et une latitude de 31°58' Nord. Elle a un climat particulièrement contrasté malgré la latitude relativement septentrionale (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975). L'aridité s'exprime non seulement par des températures élevées en été et par la faiblesse des précipitations, mais surtout par l'importance de l'évaporation due à la sécheresse de l'air. C'est dans cette oasis, à la station de l'institut d'agronomie Saharienne (IAS) située à 5 km au sud-ouest du centre ville de Ouargla, que l'étude est menée.1.2.

1.2.Choix de la station

La palmeraie est l'ancien périmètre de Garat Chemia. Elle est de type moderne caractérisé par des plantations au carré ayant des écartements moyens de 10 m en 10 m. Elle occupe une superficie de 36 ha repartis en 8 secteurs. Chacun de ces secteurs a une superficie moyenne de près de 3,6 ha. Chaque secteur est divisé à son tour en 2 sous-secteurs. L'échantillonnage s'effectue dans le sous-secteur A_2. Elle présente une certaine homogénéité quant à la taille des palmiers dattiers et à leur structure variétale. L'accessibilité aux dattiers est facile lors des échantillonnages. Elle présente moins de pieds de dattiers manquants.

1.3. Dispositif expérimental

D'après DAGNELIE (1984), lorsque le terrain ou le matériel disponible, est relativement homogène, il y a généralement intérêt à adopter une forme aussi carrée que possible. C'est dans ce cas

que les interférences entre parcelles voisines sont les plus réduites et les effets de bord sont plus faibles. Le carré latin veut qu'on ait autant de lignes que de colonnes; du fait qu'il y a trois doses différentes d'insecticides à appliquer, la parcelle d'étude est divisée en trois colonnes et en trois lignes. Ceci donne un total de neuf lots. Le choix des lots s'est effectué par tirage au sort sans remise. La surface totale de la parcelle est de 14.400 m^2 et regroupe 169 pieds de dattiers. Celle d'un lot est de 1600 m^2 et comporte 9 dattiers, et donne un total de 81 pieds pour les 9 lots à traiter. Le restant au nombre de 88, limite les lots et la parcelle entière contre les effets de bord et forme les témoins mobiles (fig. 1). Ils servent à isoler les neuf blocs les unes des autres pour éviter les interférences. La distance séparant les blocs les uns des autres de tous les côtés est en moyenne de 20 mètres

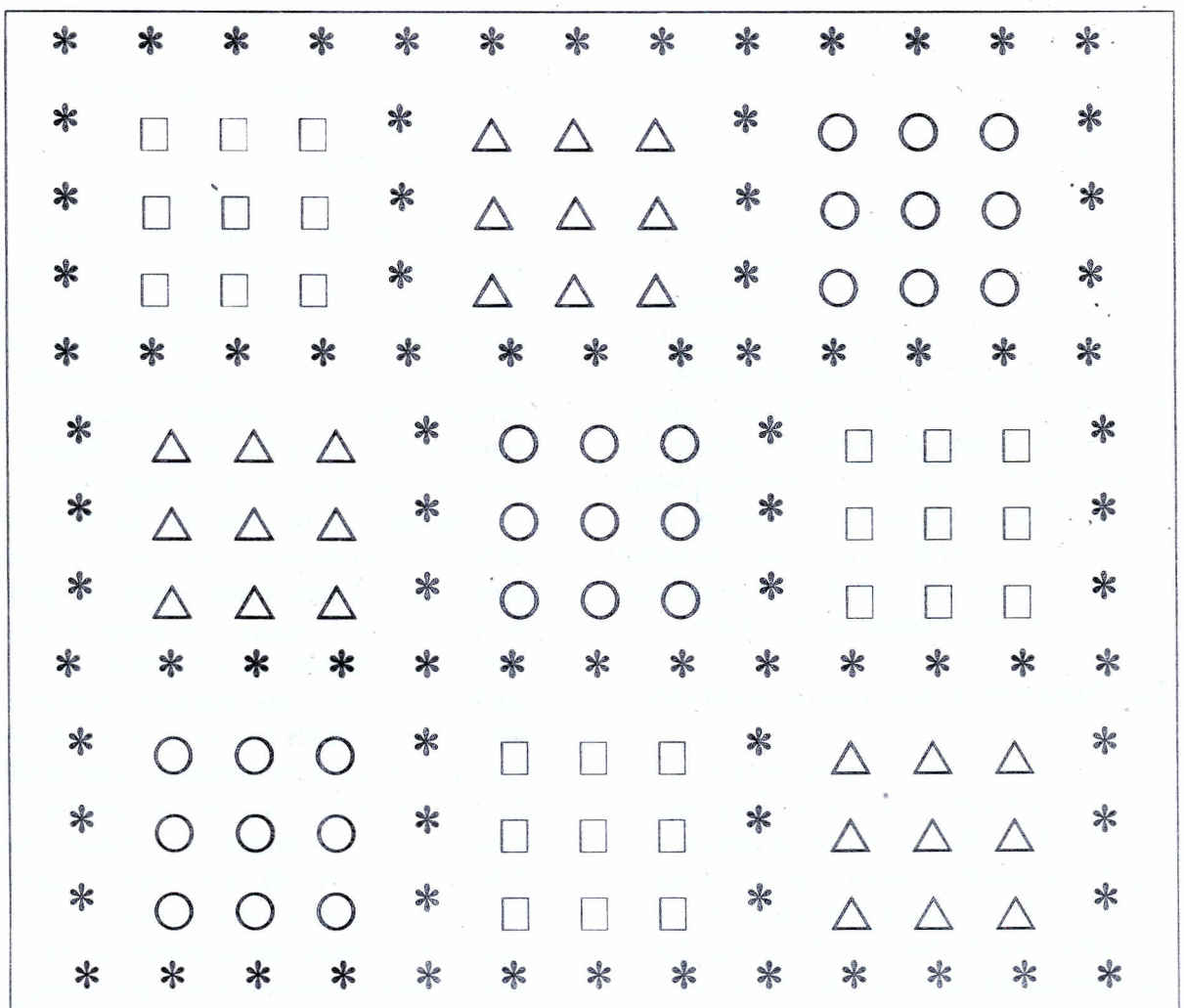
1.4. Matériels de traitement acridicide

L'acridicide utilisé est une solution huileuse commercialisée sous l'appellation de "Dursban 240". Il est de la famille des organophosphorés ayant pour matière active le chlorpyriphos-éthyl à concentration de 240 g/l. Avec une durée de persistance d'action de 90 jours, ce pesticide agit par contact, ingestion ou inhalation. Cette solution allie de nombreux avantages entre autres sa faible sensibilité aux conditions climatiques, sa grande persistance. Elle est moins lessivante. La dose à l'hectare pour les acridiens est d'un litre de Dursban 240 par hectare à traité (LAUNOIS-LUONG et *al*, 1988). Le choix du produit s'explique par le fait qu'il est retenu parmi les acridiçides autorisés d'usage en Algérie (MOUMEN, 1995). Pour l'épandage le pulvérisateur pneumatique à dos appelé encore atomiseur à dos est utilisé.

1.5. Inventaire qualitatif de l'entomofaune avant traitement

L'existence pour les insectes à la fois, de besoins physiques et alimentaires précis amène une localisation de diverses formes aux différentes parties de la plante (LEPESME, 1947). La récolte de cette faune diffère selon l'organe du dattier à échantillonner. L'échantillonnage des espèces situées sur les palmes s'effectue au parapluie japonais. L'arrachage du lif ou des cornafs desséchés de la base fait découvrir certaines espèces qui sont récoltées à l'aide d'une paire de pinces souples ou à la main. Les espèces vivant dans les couches superficielles ou à la surface du sol; un plantoir permet de tourner le sol et les pierres se trouvant sous les palmiers ou à sa proximité. Des feuilles de palmes prélevées dans la parcelle sont observées à la loupe binoculaire, pour l'observation de la cochenille blanche. Quant à la pyrale, des dattes ramassées entre les cornafs ou tombées à terre, à l'aide d'une ouverture à la main renseigne sur la vitalité et la présence ou l'absence de la chrysalide. Il est à noter que pour le rythme de l'échantillonnage, notre fréquence de passages est de deux à trois fois par semaine. Ceci du 01/03/2001 au 21/05/2001 soit pendant une
Période de 12 semaines.

Figure 1: Répartition des lots traités dans la parcelle d'étude



○ : sous-parcelle à traiter à la dose de 0,5 l/ha
△ sous-parcelles à traiter à la dose de 1 l/ha
□ sous-parcelles traiter à la dose de 1,5 l/ha
*: témoin mobile

1.6. Technique de pulvérisation

La technique préconisée est celle de l'ultra bas volume (UBV ou ULV). La dose préconisée en lutte antiacridienne étant de 1 l/ha, la solution du Dursban 240 est pulvérisée à trois différentes doses: 0,5 l/ha; 1 l/ha et 1,5l/ha. La pulvérisation a été effectuée tôt le matin, en temps calme (KOUIDRI 1990), à la date du 16/03/2001.

1.7. Ramassage des espèces après traitement

LAUNOIS-LUONG et RACHIDI (1988) notent que l'évaluation de la sensibilité aiguë d'un pesticide, s'effectue après 24 h ou 48 h qui suivent un traitement chimique. C'est au deuxième jour qu'il a été procédé au ramassage des espèces ayant été affectées par l'insecticide.

2. Résultats et discussion

2.1. Caractéristique de l'entomofaune avant traitement au Dursban 240

Les insectes vivant en palmeraie sont attirés soit par l'arbre en tant que nourriture ou le biotope offert en milieu aride, ou par l'existence des précédents aux dépens desquels ils vivent en prédateurs ou en parasites (LEPESME, 1947). Grâce à l'identification réalisée à l'aide des ouvrages de BOUE (1961) et AYRAL (1978), confirmée par le Professeur DOUMANDJI S (Institut National Agronomique, INA, El harrach, Alger), les espèces sont décrites, classées et inventoriées. Cet inventaire fait ressortir une richesse faunistique 34 individus identifiés jusqu'à l'espèce. Elles sont réparties entre deux embranchements: celui des Arthropodes comptant 32 espèces soit 94,11% de l'effectif total; et celui des Monomerides comptant 2 espèces soit 5,88% (Tab I). Sur les trois classes; les Insectes prédominent avec 30 espèces soit 88,23%; ensuite celles des Arachnides et des Annélides Oligochètes comptant chacune 2 espèces représentant 5,88% de l'ensemble. Les espèces se repartissent en 13 ordres. Les Coléoptères avec 26,42% sont les plus rencontrés durant cette période l'échantillonnage. Les Orthoptères avec 20,58% viennent en seconde position. Les Hyménoptères ont 11,75% de l'entomofaune. L'ordre des Diptères est représenté a 8,82%. Les Hétéroptères et les Terricoles n'ont chacun que 5,88% de ensemble. Enfin l'ordre des Acariens, des Araneides, des Dermoptères, des Dictyoptères, des Lépidoptères, des Névroptères et des Homoptères, est représenté chacun par une seule espèce soit 2,94%. Les espèces se regroupent entre 5 types de catégories trophique (tab II). Les phytophages avec 16 espèces récoltées soit 47,05%, sont les plus représentés. Les prédateurs ont 11 espèces soit 32,35% viennent en seconde position. Avec 3 espèces chacune, la catégorie des coprophages et celle des saprophages sont représentées chacune par 8,82%. Les polyphages sont représentés par 1 espèce soit 2,94% de l'ensemble des espèces identifiées.

De nombreux travaux ont traité de l'inventaire de l'entomofaune de palmeraie, notent que l'embranchement des Arthropodes renferme le plus de classes (BEKKARI et BENZAOUI, 1991; DJAKAM et KEBIZE, 1993). La classe des insectes est partout prédominante par le nombre de ses représentants (VIAL et VIAL, 1974).

Toutes les espèces identifiées se répartissent entre 5 catégories trophiques

dont certains ont une importance considérable quant aux espèces qu'elles regroupent et leur place en agriculture. *Cybocephalus seminulum* de la famille des Nitidulidae, Pharoscymnus nimidicus, P. ovoideus et P. semiglobosus appartiennent à la famille des Coccinelidae. Ces espèces se retrouvent pour la plupart sur les feuillages des dattiers; et doivent leur maintien surtout à la présence de la cochenille blanche du palmier dattier. MUNIER (1973), TOUTAIN (1979), SALAH (1988), DJERBI (1994) et DJOUHRI (1994) notent que P. *semiglobosus* est un prédateur actif de la cochenille blanche. Adalia bipunctata, prédateur de puceron, fait parti de cet ordre. La sixième espèce de cet ordre est le Scorites gegas, se nourrit de nombreux insectes.

La localisation ce prédateur dans les galeries de l'Apate monachus confirme qu'il est prédateur de ce ravageur. Cependant, l'ordre des Hyménoptères englobe en général des espèces entomophages fort utiles en lutte biologique dans la limitation des ravageurs. Ces espèces prédatrices sont: C. bombycrica, C. herculeanus et T. symrothi (BEKKARI et BENZAOUI, 1991). Chrysopa vulgaris, de l'ordre des Névroptères, est un prédateur de la cochenille blanche du palmier. Il contribue de façon considérable au maintien de l'équilibre de ce ravageur à un seuil économiquement acceptable. Les Acariens présentent aussi un prédateur, Galeodes sp ayant comme proies certains Coléoptères (BEKKARI et BENZAOUI, 1991). Ces différents prédateurs constituent la faune utile du palmier dattier. Les phytophages regroupent des suceurs de sève, des xylophages, des défoliateurs, des espèces s'attaquant aux fruits ou aux fleurs (LEPESME, 1947). Des 16 espèces phytophages (Tab. II), 4 sont citées comme étant les principaux ennemis du palmier dattier et des dattes. Il s'agit de: Parlatoria blanchardi, Ectomyelois ceratonia, Apate monachus et O. afrasiaticus (MUNIER, 1973; TOUTAIN, 1979; SALAH, 1988; DJERBI, 1994 et DJOUHRI, 1994). Les autres phytophages sont: Uloma melanopus, Blatta orientalis, Carpocaris pudicus et Pentatoma sp.

Ils vivent généralement sur diverses les plantes. Apis sp est retrouvée en palmeraie à la quête des nectars. Enfin Aoilopus strepens, Acrida turrita, Acrida nasuta, Aiolopus thalassinus, Duroniella lucasii et Paratettix meridionalis sont des sauteriaux présentant une
action déprédatrice. Le palmier dattier abrite une faune variée et diversifiée.

Tableau I: Classification des espèces inventoriées

Embranchements	Classes	Ordres	Familles	Espèces
Monomérides	Annélides Oligochètes	Terricoles	*Lumbricidae*	*Lumbricus sp* *Lumbricus sp1*
Arthropode	Arachnides	Acariens	*Tetranychidae*	*O. afrasiaticus*
		Araneides	*Galeodidae*	*Galeodes sp*
	Insectes	Coléoptères	*Bostrychidae*	*Apate monachus*
			Scarabidae	*Scorites gegas*
			Coccinellidae	*Adalia bipunctata Sic*
			Coccinellidae	*Pharoscymnus nimidicus*
			Coccinellidae	*Pharoscymnus ovoideus*
			Coccinellidae	*P. semiglobosus karch*
			Chrysomelidae	*Uloma melaponus*
			Nitidulidae	*Cybocephalus seminulum*
			Tenebrionidae	*Pimelia sp*
		Dermoptères	*Blattidae*	*Blatta orientalis L.*
		Dictyoptères	*Forficulidae*	*Forficula auricularia L.*
		Diptères	*Calliphoridae*	*Liciala caesar*
			Muscidae	*Musca domestica L.*
			Muscidae	*Musca griseus L*
		Hétéroptères	*Pentatomidae*	*Pentatoma sp* *Carpocaris pudicus*
		Homoptères	*Diaspidae*	*Parlatoria blanchardi*
		Hyménoptères	*Fourmicidae*	*Catagluphis bombycrica* *Tapinoma symrothi* *C. herculeanus*
			Apidae	*Apis sp*
		Lépidoptères	*Pyralidae*	*Ectomyelois ceratonia Z*
		Névroptères	*Chrysopidae*	*Chrysopa vulgaris S.*
		Orthoptères	*Acridinae*	*Aiolopus strepens* *Acrida turrita* *Acrida nasuta* *Aiolopus strepens* *Aiolopus thalassinus* *Duroniella lucasii* *Paratettix meridionalis*
2	3	13	24	34

Tableau II: Répartition des espèces identifiées en fonction des différentes catégories trophiques (Coproph : coprophages; Saproph : saprophages)

Ordres	Espèces	Régimes trophiques				
		Prédateur	Phytophage	Polyphage	Coproph	Saproph
Acariens	*Oligonychus afrasiaticus*		*			
Araneides ol.	*Galeodes sp*	*				
Coléoptères	*Adalia bipunctata Sic*	*				
	Apate monachus		*			
	Cybocephalus seminulum	*				
	Pimelia sp					*
	Pharoscymnus ovoideus	*				
	Pharoscymnus nimidicus	*				
	P. semiglobosus K.	*				
	Scorites gegas	*				
	Uloma melanopus		*			
Dermoptères	*Forficula auricularia L.*			*		
Dictyoptères	*Blatta orientalis L.*		*			
Diptères	*Licilia caesar*				*	
	Musca domestica				*	
	Musca griseus				*	
Hétéroptères	*Carpocaris pudicus*		*			
	Pentatoma sp		*			
Homoptères	*Parlatoria blanchardi T.*		*			
Lépidoptères	*Ectomyelois ceratonia Z.*		*			
Hyménoptère	*Apis sp*		*			
	Catagluphis bombycrica	*				
	Componotus herculeanus	*				
	Tapinoma symrothi	*				
Névroptères	*Chrysopa vulgaris S.*	*				
Orthoptères	*Aiolopus strepens*		*			
	Acrida turrita					
	Acrida nasuta					
	Aiolopus strepens					
	Aiolopus thalassinus					
	Duroniella lucasii					
	Paratettix meridionalis					
Terricoles	*Lumbricus sp*					*
	Lumbricus sp1					*
Total	28 espèces	11	16	1	3	3
Pourcentage	100%	32,35	47,04	2,94	8,82	8,82

2.2. Impact du Dursban 240 sur l'entomofaune

48 heures après le traitement au Dursban 240, il est procédé au ramassage des espèces mortes. Les espèces sensibles au produit, sont ramassées mortes sous les dattiers, entre les cornafs et dans le cœur des dattiers selon leur localisation. Sur 34 espèces échantillonnées avant le traitement à l'insecticide, Vingt quatre soit 70,58%, se sont révélées sensibles au Dursban 240 qui a causé leur mort. Sept espèces soit 20,58% sont disparues c'est à dire n'ayant pas été retrouvées ni mortes ni vivantes; et trois espèces ont manifesté une certaine résistance vis à vis du Dursban 240. Tous les insecticides de la famille des Organophosphorés ayant comme matière active le Chlorpyriphos-Ethyl, inhibent l'acétylcholinestérase qui est une enzyme indispensable au mécanisme de la transmission nerveuse (GRUZDYEV et al, 1983; OLIVIER, 1969 in KOUIDRI, 1990). Cette action se manifeste directement par la mort de l'organisme, ou indirectement en agissant sur la physiologie entraînant une perte d'appétit ou une paralysie (FAURIE et al, 1998). TINGLE (1996) affirme que les acridicides utilisés lors de la lutte chimique affectent dangereusement les invertébrés terrestres non cibles. L'analyse du groupe des espèces sensibles (Tab III) montre que les espèces prédatrices sont les plus nombreuses et pourtant nécessaires au maintien de l'équilibre de l'écosystème. Ils contrôlent la pullulation des ravageurs; leur destruction est la conséquence la plus néfaste liée à l'usage des pesticides (RAMADE, 1978; DAJOZ, 1983; GRUZDYEV et al, 1983). L'élimination des ennemis naturels des ravageurs pourrait entraîner le développement d'autres ravageurs jusqu'à là inoffensifs (RAMADE, 1978; GRUZDYEV et al, 1983; MOUMEN, 1995). Les ravageurs de la palmeraie, ayant leurs ennemis naturels détruits, pourront se développer et affecter considérablement la production dattière (TOUTAIN, 1979). Ces prédateurs pourraient être morts par asphyxie, par ingestion des proies d'insectes contaminés ou par contact cutané. L'insecticide a décimé les auxiliaires et en même temps que les ravageurs. Leur destruction est une entrave à l'équilibre d'un écosystème fragilisé par le milieu environnant saharien. Les espèces Phytophages identifiées atteintes sont:

En plus des espèces sensibles ou disparues, certaines ont manifesté une résistance vis à vis de l'insecticide. L'existence des souches résistantes aux pesticides, chez le Arthropodes, a été signalée par de nombreux auteurs dont RAMADE (1978), CHABOUSSOU (1980), DAJOZ (1983), GRUZDYEV et al. (1983). Des 34 espèces identifiées, 3 ne sont pas sensibles au Dursban 240: P. blanchardi, E. ceratonia et A. monachus. Ce sont les principaux ravageurs du palmier dattier (MUNIER, 1973; TOUTAIN, 1979 et DJERBI, 1994). Le cas le plus spectaculaire a été observé chez P. blanchardi où l'effet du Dursban 240 a différé selon les stades. L'acridicide a décimé toutes les larves mobiles alors que celles fixes et les adultes se trouvant sous boucliers y vivent toujours et pour toutes les doses. Ce même état de fait a été observé dans l'Adrar Mauritanien lors d'une expérimentation de lutte chimique contre la cochenille (LAUDEHO et BENASSY, 1969). L'explication est attribuée au bouclier dans la protection contre l'effet de l'insecticide. BALACHOWSKY (1937) note que les cochenilles sont susceptibles de vivre un certain temps pouvant aller jusqu'à 30 heures, dans une atmosphère privée d'air ou dans un milieu renfermant des gaz toxiques. Ceci s'explique dans le premier cas par les stigmates qui peuvent rester ouverts; et dans le deuxième cas c'est l'occlusion complète du système trachéen qui intervient par la fermeture des stigmates. Pour ce qui est de la pyrale des dattes, l'ouverture à la main des dattes ramassées à terre ou entre les cornafs, laisse découvrir des chrysalides vivantes dans certains cas. Ici encore la couverture assurée par la datte ou le bouchon de fermeture de la galerie a certainement contribué à la résistance de ce Lépidoptère vis à vis de cet acridicide. Certains individus de l'Apate monachus ont été retrouvés vivants sur quelques dattiers de la parcelle d'étude. Ceci a été remarqué surtout sur les dattiers des lots ayant été traitées à la dose de 0,5 et de 1l/ha. Par contre, quelques individus ont été retrouvés morts sur quelques dattiers des lots traités à la dose de 1,5 l/ha.

Tableau III: Répartition des espèces inventoriées selon leur sensibilité au Dursban 240

Ordres	Espèces	Sensibilités au Dursban 240		
		Sensibles	Disparues	Résistantes
Acariens	*O.afrasiaticus*		*	
Araneides	*Galeodes sp*	*		
Coléoptères	*Adalia bipunctata*	*		
	Apate monachus			*
	Cybocephalus seminulum		*	
	Pharoscymnus nimidicus	*		
	Pharoscymnus ovoideus	*		
	P. semiglobusus	*		
	Pimelia sp	*		
	Scorites gigas	*		
	Uloma melanopus	*		
Dermoptères	*Forficula auricularia*	*		
Dictyoptères	*Blatta orientalis*	*		
Diptères	*Musca domestica*	*		
	Musca griseus	*		
	Licilia caesar	*		
Héteroptères	*Carpocaris pudicus*		*	
	Pentatoma sp		*	
Homoptères	*Parlatoria blanchardi*			*
Lépidoptères	*Ectomeylois ceratonia*			*
Hyménoptères	*Catagluphis bombycrica*	*		
	Tapinoma symrothi	*		
	Componotus herculeanus	*		
	Apis sp	*		
Névroptères	*Chrysopa vulgaris*		*	
Orthoptères	*Aiolopus strepens*	*		
	Acrida turrita			
	Acrida nasuta			
	Aiolopus strepens			
	Aiolopus thalassinus			
	Duroniella lucasii			
	Paratettix meridionalis			
Tericoles	*Lumbricus sp*		*	
	Lumbricus sp1		*	
Total		24	7	3
Pourcentage		70,58	20,58	8,82

L'effet dose semble se manifester pour ce déprédateur des dattiers. Le traitement acridicide, à l'aide du Dursban 240, à une dose inférieure ou égale à 1 l/ha n'a pas eu d'effet sur *A. monachus*. Il est à noter que ces différents cas de résistance particulière n'est que physique car ils sont dus au bouclier pour *P. blanchardi*, à la galerie creusée sur certains organes du dattier pour *A. monachus* et à la couverture formée par les dattes pour la chenille de la pyrale des dattes. Le Dursban 240 tue indistinctement la majorité des éléments de la faune de la palmeraie dattier. Toutefois, TINGLE (1996) note que les espèces, non cibles, les plus mobiles sont les plus exposés au danger que porte le traitement chimique antiacridien.

3. CONCLUSION

La palmeraie est un biotope où sont présentes diverses espèces animales. Les plus importantes sont celles qui sont déprédatrices aux dattiers et aux dattes, ainsi que leurs prédateurs, et aussi celles qui utilisent les dattiers comme un site d'hibernation. C'est un milieu ambiant où règne un microclimat de type oasien créant les conditions nécessaires à la pullulation de nombreuses espèces. L'usage des produits chimiques crée, indiscutablement, un déséquilibre en éliminant de nombreuses espèces. L'utilisation d'acridicide a entraîné un déséquilibre aux conséquences notables dans la palmeraie, déjà fragilisée par la sévérité des conditions arides du milieu saharien.

BIBLIOGRAPHIE :

[11 **AYRAL H**, 1978. Zoologie agricole. J B Baillière, Paris, TI: 41-281.

[2] **BALACHOWSKI A**, 1937- Les cochenilles. Ed. Herman et Cie Editeurs, Paris, T II, 59p.

[3] **BEKKARI A** et BENZAOUI S, 1991- Contribution à l'étude de la faune des palmeraies de deux régions du Sud-est Algérien (Ouargla et Djamâa). Mém ing agr, INFS/AS, Ouargla, Algérie, 109p.

[4] **BOUE H**, 1961. Invertébrés. G. Doin et Cie, TI: 408-563.

[5] **CHABOUSSOU F**, 1980- Les plantes malades des pesticides. Ed Debard, Paris, 271p.

[6] **DAJOZ R**, 1983- Précis d'écologie. Ed Gauthier-villars, Paris, 503 p.

[7] **DAGNELIE P**, 1981- Principes d'expérimentation. Ed Les Presses Agronomiques de Gembloux, Belgique, 182 p.

[8] **DJAKAM L.** et KEBIZE K., 1993- Contribution à l'étude de la faune des palmeraies de trois régions du sud-ouest algérien (Timimoun, Adrar et Beni-Abbés). Mem. ing., INFS/AS, Ouargla, Algérie, 144 p.

[9] **DJERBI M**, 1994- Précis de phoéniciculture. Ed FAO, 190 p.

[10] **DJOUHRI O**, 1994- Inventaire des coccinelles entomophages (*Coleoptera-Coccinellidae*) dans la région de Ouargla et aperçu bioécologique des principales espèces recensées. Mém ing agr, INFS/AS, Ouargla, Algérie, 109 p.

[11] GRUZDYEV G S, ZINCHENKO V A, KALININ V A and SLOVTSOV R I, 1983- The chimical protection of plants. Ed Mir, Moscow, 471p.

[12] **KOUIDRI S,** 1990- Contribution à l'étude des résidus de pesticides: cas du Pyrimicarde sur cultures maraîchères. Mém ing. agr, INA, El harrach-Alger, 64 p.

[13] **LAUDEHO Y** et BENASSY C, 1969- Contribution à l'étude de l'écologie de *Parlatoria blanchardi* **Targ en Adrar Mauritanien**. Ed Fruits, 24 (5), pp 273-287.

[14] **LAUNOIS**-LUONG M H, LAUNOIS M et RACHIDI T, 1988- La lutte chimique contre les criquets du Sahel. Coll Acrido Opéra, 3, CILSS-PRIFAS, Pays–Bas, 83 p.

[15] **LEPESME P**, 1947- Les insectes des palmiers. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 211 p.

[16] **MOUMEN A,** 1995- Choix et normes d'utilisation des insecticides en lutte antiacridienne. Récueil des communications du stage de formation en lutte antiacridienne. INPV-OADA, Alger 17-27 septembre 1995, pp 149-154.

[17] **MUNIER P,** 1973- Le palmier dattier. Techniques agricoles et productions tropicales. Ed Maison Neuve et Larose, Paris, 211 p.

[18] **OULD EL HADJ M.D.**, 2000- Réflexion sur la lutte chimique en palmeraie: cas des acridicides. Recueil des actes de l'atelier sur la faune utile et nuisible du palmier et des dattes. Ouargla 22-23 Février 2000, pp 56-61.

[19] **PASQUIER M** et DELASSUS M, 1929. Lutte contre les sauterelles en Algérie. Direction de l'agriculture du commerce et de colonisation, Alger, 94p.

[20] **RAINA S K**, 1991. Elaboration d'une stratégie de lutte contre le criquet pèlerin, *Schistocerca gregaria*. Ed Cab International, Royaume Uni, pp 54-55.

[21] **RAMADE F**, 1978- Eléments d'écologie appliquée. Ed McGraw-Hill, 576 p.

[22] **ROUVILLOIS-BRIGOL M.**, 1975. Le pays de Ouargla (Sahara algérien). Variation et organisation d'un espace rural en milieu désertique. Pub dép géo, Univ Paris, Sorbonne (2), 316 p.

[23] **SALAH Z**, 1988- Tentative d'une lutte biologique par l'utilisation de *Pharoscymnus semiglobosus* Karsh (*Coleoptera-Coccinellidae*) contre *Parlatoria blanchardi* Targ (*Homoptera-Diaspididae*) dans la région de Ouargla. Mém ing ap, ITAS, Ouargla, Algérie, 68p.

[24] **TINGLE C. C. D.**, 1996- Sprayed barriers of diflubenzuron for control of the migratory locust (*Locusta migratoria* Sauss. *Orthoptera-Acrididae*) in Madagascar : short-term impact on relative abondance of terrestrial non-target invertebrates. Ed Crop Protection, 15 (6), pp 579-592.

[25] **TOUTAIN G**, 1979- Eléments d'Agronomie Saharienne. De la recherche au développement. Ed. Imprimerie Jouve, Paris, 276 p.

[26] **VIAL Y et VIAL M**, 1974- Sahara milieu vivant. Guide de voyageur naturaliste. Ed Hatier, Paris,332p.

PROCESSUS D'EFFONDREMENT D'UNE FOGGARA

REMINI BOUALEM
Université Saad Dahleb de Blida

RESUME

La foggara est un système d'irrigation traditionnelle qui a pu fertilisé un milieu aride et contribuer au développement d'un écosystème agricole. La majorité des foggaras ont fonctionné durant plusieurs siècles, malgré la nature du sol (sableux) de la région du Grand Erg Occidental grâce à la maîtrise du régime d'écoulement dans la galerie (régime fluvial). L'entretien périodique de la galerie permet de maintenir la section mouillée stationnaire dans le temps et dans l'espace et d'éviter ainsi les lieux de dépôt et d'érosion.

Mots clés : Algérie – Foggara – Effondrement – galerie – Grand Erg Occidental.

SAMMARY

The foggara is traditionnel system of irrigation who has can fertilized the arid region and contrbuted to a development of an agricultural ecosystem. The majority of foggras has worked several century despiteth ground nature (sandy) to the region of big western erg thanks to the control of flow system in the gallery (fluvial system). The periodic upkeep to the gallery permit to have a stationary wet section in time and avoid like this the scens to deposited and erosion.

Key words: Algeria – Foggara – Collapse – Gallery – Big western Erg.

I. Introduction

Connus sous le nom de « quanat » ou « kariz » en Iran, « foggara » en Algérie, « khettara » au Maroc, « ngoula » ou « kriga » en Tunisie et « sahridj » au Yemen, la foggara désigne une canalisation d'eau souterraine légèrement inclinée. Elle est destinée à ramener l'eau à la surface du sol sous l'effet de la gravité, depuis la zone aquifère située sous les reliefs en amont vers les terrains les plus secs situés en aval, en direction de la palmeraie. Tout simplement, une foggara est un système qui permet le passage de l'eau souterraine à la surface libre.

Depuis des siècles, ce système hydraulique traditionnel participe à l'irrigation des palmeraies et à l'amélioration de la vie des Oasiens situés dans les aires périphériques du Grand Erg Occidental, notamment les régions de Touat et Gourara. Or ce système se trouve actuellement menacé de disparaître pour des problèmes d'entretien et de maintenance. Cette étude donne une approche sur le processus d'effondrement des galeries et des puits des foggaras.

II. Caractéristiques des foggaras d'El Meghier et Bendraou

II.1. Foggara d'El Meghier

La plus grande foggara de la région du Gourara à Timimoun (fig. 1), la foggara d'El Meghier a les caractéristiques suivantes:

- longueur : 9 000 m;
- nombre de puits : 879;
- profondeur moyenne des puits : 22 m;
- débit de la foggara : 24 l/s;
- superficie irriguée : 590 hect.;
- nombre de palmiers : 50 000.

II.2. Foggara de Bendraou:

La foggara de Bendraou, située à Aoulef El Arab (fig. 1), est classée parmi les plus grandes foggaras de la région de Tidickelt dont les caractéristiques sont :

- longueur : 6500 m;
- nombre de puits : 438;
- profondeur moyenne des puits: 20 m;
- débit de la foggara : 18,75 l/s;
- nombre d'actionnaires: 315 agriculteurs;
- superficie irriguée : 69 ha.

III. 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 adimensionnels comme: $\mathbf{Fr = V/(g.D_h)^{1/2}}$, $\mathbf{Re = D_h.V/\nu}$

ou $\mathbf{R_e' = R_h.V/\nu}$

avec;

Fr : nombre de Froude;

Re : nombre de Reynolds;

D_h : diamètre hydraulique;

V : vitesse moyenne de l'écoulement;

R_h : rayon hydraulique.

Par conséquent, les effets du nombre de Reynolds et de Froude donnent quatre régimes d'écoulement (GRAF W.H., 1993) :

- fluvial laminaire, Fr <1, Re' 500
- fluvial turbulent, Fr < 1, Re'> 2000
- torrentiel laminaire, Fr<1, Re' >500
- torrentiel turbulent, Fr < 1, Re' >2000

La vitesse moyenne de l'écoulement peut être déterminée par la relation de Strickler (ALQUIER M., 1977) :

$$\mathbf{V = ks\ R_h^{2/3}\ I^{1/2}}$$

I : pente moyenne de la foggara;

ks : coefficient de Strickler;

R_H : rayon hydraulique.

Le coefficient de Strickler peut être déterminé par les relations (ALQUIER M., 1977):

$$\mathbf{ks_1 = 21,1/(d_{50})^{1/6}}$$
$$\mathbf{ks_2 = 26/(d_{90})^{1/6}}$$

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 1.

Tableau 1 . Paramètres hydraulique de la foggara

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 bien un régime d'écoulement de type fluvial - turbulent.

IV. Effondrement des foggaras

L'écoulement de l'eau dans la galerie finit par provoquer l'érosion des berges, puis l'effondrement des parties supérieures et, au cours du temps, la section transversale de la galerie augmente jusqu'à l'effondrement total de la foggara (figure 2). Dans le cas ou la force tractrice de l'écoulement (τ_O) devient supérieure à la contrainte critique (τ_C), il y aura un début d'entraînement des particules du fond. La quantité charriée est donnée par la relation de Meyer Peter (ALQUIER M.,1977) :

$$Gs = K (\tau_O - \tau_C)^{3/2}$$

avec;

$\tau_O = \gamma.R_h.I$ et $\tau_{cr} = 0,047. (\gamma_s - \gamma).d_{50}$

τ_O : force tractrice de l'écoulement;

τ_C : force tractrice critique;

γ_s : poids spécifique des grains du fond;

γ : poids spécifique de l'eau;

R_H : rayon hydraulique;

I: pente de la foggara.

L'application de cette relation pour les foggaras d'El Maghier et de Bendraou donne les résultats suivants (tableau 2).

Tableau 2. Débit charrié dans la foggara

Foggara	El Meghier	Bendraou
Force tractrice de l'eau (kg/m^2)	0,13	0,16
Force tractrice critique (kg/m^2)	0,01	0,04
Débit charrié (kg/s)	0,6	0,45

D'après ces résultats, nous constatons que l'écoulement dans la galerie induit un abondant entraînement des matériaux du fond provoquant, d'une part un dépôt des sédiments dans le « madjen » et, d'autre part, une érosion du lit de la galerie creusée dans un sol sableux qui, avec le temps, provoque un agrandissement de la section transversale et conduira forcément à l'effondrement de la foggara .

Généralement, la foggara creusée dans un sol sableux est adaptée à 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 entraîner une augmentation de la vitesse de l'écoulement et par suite une forte érosion du matériau du fond et accroître le risque d'effondrement de la fogggara. Pour illustrer ce problème, prenons l'exemple de la foggara de Bendraou. En effet, le débit de cette foggara fourni 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 a donné 31,5 l/s. La foggara a été renforcée par un forage 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 (31,5 l/s) sont représentés dans le tableau 3.

Tableau 3. Débit de charriage de la foggara de Bendraou avec renforcement d'un forage

Vitesse moyenne de l'écoulement (m/s)	0,95
Nombre de Froude	0,35
Nombre de Reynolds	171 000
Force tractrice de l'eau (kg/m^2)	0,27
Force tractrice critique (kg/m^2)	0,04
Débit charrié (kg/s)	1,2

Nous constatons clairement que le débit de charriage a triplé suite au renforcement de cette foggara par un forage.

CONCLUSION

Comme nous l'avons mentionné précédemment, l'écoulement dans la galerie est généralement fluvial, ce qui a permis à la majorité des foggaras de fonctionner durant plusieurs siècles, malgré le sol sableux de la région du Grand Erg Occidental. La maintenance de la galerie est indispensable pour maintenir la section mouillée et le rayon hydraulique constant dans le temps et d'éviter ainsi les zones de dépôts et d'érosion. Dans le cas de renforcement d'une foggara par un débit extérieur (puit ou forage), la connaissance du régime d'écoulement dans le canal est obligatoire.

BIBLIOGRAPHIE :

[1]ALQUIER M., 1977. Le transport solide dans les canaux découverts et les rivières naturelles. Polycopie, Institut national polytechnique de Toulouse (France). 110 pages.

[2]CARLIER M., 1980. Hydraulique Générale et Appliquée. Edition Eyrolles. 565pages.

[3]GRAF W.H., 1993. Hydraulique fluviale. Ecoulement permanent uniforme et non uniforme. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes. Tome 1, vol. 16, 257 pages.

[4]REMINI B., 1999. Quel est le devenir de la foggara en Algérie. Séminaire national sur l'agronomie et l'hydraulique en zones arides et semi-arides, Ouargla, les 08, 09 et 10 novembre.

[5]REMINI B., 2000. L'irrigation par les foggaras: cas des régions de Timimoun et Adrar. Séminaire national sur la microirrigation. Blida, les 22 et 23 Mai 2000.

[6]RENE A., 1985. L'eau en Algérie, Office des publications Universitaires, 388 p.

[7]SAIDI A., 1983. Le système de captage traditionnel dans les oasis traditionnelles. Rapport de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques d' Alger.

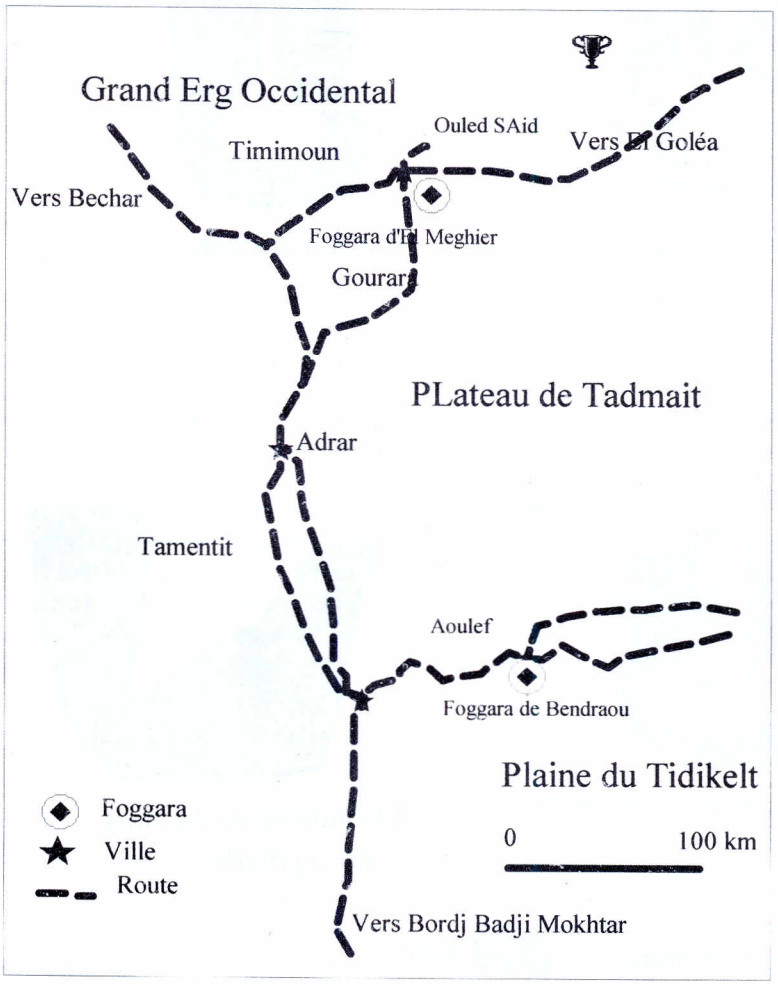


Figure 1. Situation des deux foggara

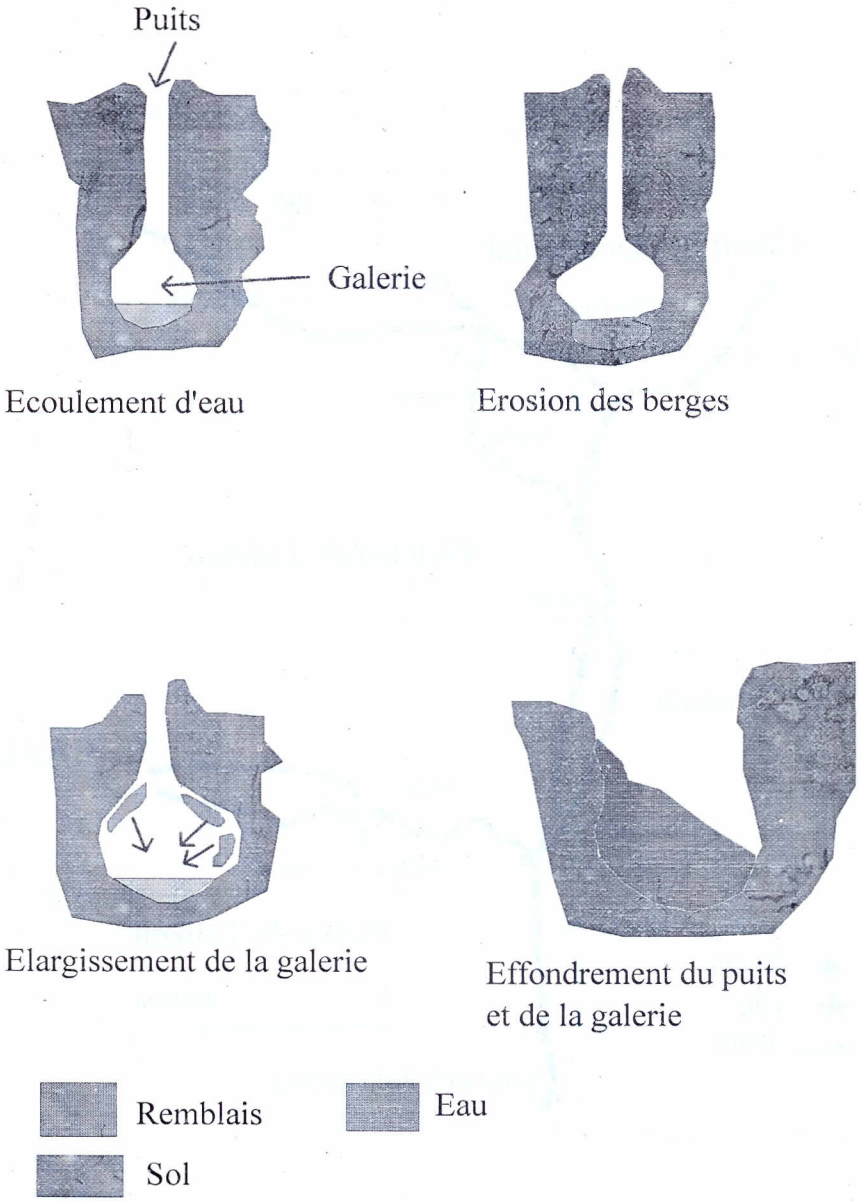


Figure 2. Schéma effondrement d'un foggara

EXPLOITATIONS AGRICOLES DES MILIEUX SEMI-ARIDES DE LA REGION DE SETIF ET ADAPTATION DE LEURS SYSTEMES DE PRODUCTION

BENNIOU Ramdane[1]*, MADANI Toufik[2]* BRINIS Louhichi[3] *
1- Université Mohamed BOUDIAF, Département d'Agronomie- M'Sila. BP 664 RP Sétif- 19000,
2- Université Farhat ABBAS, Département de Biologie- Sétif,
3- Université Annaba, Département Science de la nature - Annaba
* Associés au CRSTRA.

RESUME

La politique actuelle de développement agricole, dite reconversion des systèmes de production dans les Hautes Plaines, est basée principalement sur l'introduction des nouvelles cultures, notamment l'arboriculture. Dans ce contexte, la conception d'outils méthodologiques et la constitution d'une base de références sont nécessaires à la connaissance de la diversité des exploitations, leur niveau de structuration, leurs objectifs de production et leurs stratégies de production. Cette connaissance est nécessaire à l'orientation et l'adaptation de cette politique de développement à chaque situation de production.

Parmi les moyens d'identification de la diversité, il existe les enquêtes par entretiens directes. Dans ce contexte, notre étude a concerné 110 unités de production dans les milieux semi-arides de la wilaya de Sétif. Elle porte sur l'état des structures, sur les critères de fonctionnement et sur les stratégies de production des agriculteurs. Il apparaît que la diversité est fonction, d'une part, des caractéristiques agro-climatiques, notamment le relief, le climat et les ressources hydriques, et d'autre part, de la structure des exploitations (superficies, faire-valoir, matériel agricole, type de spéculations, ...etc.).

Mots clé : Unités de production, semi-aride, système de production, système de culture, Ressources hydrique.

SUMMARY

The actual agricultural development policy of the production dire « farming systems' adaptation » in the high plains is mainly based on the cultivations' diversity; particularly by the introduction of the tree growing. The necessary methodological and reference bases' tools a clear vision of exploitations' diversity in their structuration, their production objectives, their policy and actual strategies; can constitute a necessary condition for the success of that development policy.

Among the identification means of the production unit's diversity and their structurations, the following up investigation and up keep will be without any doubt the most favored domain. In this context our study was lead by a qualitative investigation in 19 communes on 110 production units in semi-arid region qt the wilaya of Sétif is directed on the structures' state, the functioning essential components and on the strategies and the farmers' logic. It seams that the diversity in the systems of cultivation and the production as well as the formers' strategies are relative on one hand to the agro-climatic characteristics notably the climate, relief and the hydraulic resources mobilization on the other hand to the exploitations' structures (superficies, to valorize the agricultural materiel, specification...etc).

Key words: production unit's, semi-arid, production system, farming system, hydraulic resources.

INTRODUCTION

L'analyse d'une agriculture, la formulation d'un diagnostic et des propositions appropriées de projets et de politiques de développement s'appuient sur une connaissance systématique de l'organisation, du fonctionnement et de la dynamique des différents types d'agriculture d'une région. Or, une agriculture quelconque, telle qu'on peut l'observer en un lieu et à un moment donné, apparaît d'abord comme un objet écologique et économique complexe, composé d'un ensemble d'exploitations agricoles voisines, qui entretiennent et qui exploitent différents types de terrains et diverses espèces de cultures et d'animaux. En portant le regard plus loin, on peut aussi observer que les formes d'agriculture pratiquées à un moment donné varient d'une localité à l'autre. Et si on prolonge longtemps l'observation en un lieu donné, on constate que la forme d'agriculture qu'on y pratique change d'une époque à l'autre, Mazoyer et al., (1997).

Sous un climat semi-aride, le paramètre climatique va peser d'un poids particulier sur la décision finale de l'agriculteur. En plus, pour agir sur les situations de production implique de connaître leur fonctionnement, ce qui sous tend la connaissance de leur organisation. Pour accéder à cette dernière, la notion de système est particulièrement utile selon Mazoyer et al., (1997). Selon Chehat (1999), les actions jugées par les agriculteurs prometteuses et nécessaires, combinent en effet divers objectifs propres à chacun d'eux (économie dans les coûts, réduction et simplification du travail, diversification des activités,...etc.), selon le volume et la structure de la production.

Dans les Hautes Plaines de Sétif, le caractère pluvial de l'agriculture, conjugué aux paramètres climatiques semi-arides telles que la sécheresse, l'irrégularité des pluies, la faible rétention d'eau des sols, les gelées printanières, les amplitudes thermiques et les siroccos, d'une part et le manque de ressources en eau d'autre part, font que les rendements de la production céréalière et animale demeurent bas comparativement a ceux des régions plus favorables. Dans cette région, champ de notre investigation; nous identifions l'organisation et le fonctionnement des unités de productions selon leurs spécificités en tenant compte de leurs milieux, soumis aux risques climatiques (Pluvinage, 1995) et des changements de la politique agricole dus à la libéralisation de l'économie algérienne (Bedrani, 2000). Le diagnostic vise l'identification de la tendance des systèmes de production en essayant de repérer les structures et l'organisation des unités de production en axant l'analyse sur les formes d'utilisation du sol et les modes cette utilisation. Ce diagnostic est en fonction de chaque type d'exploitation agricole ; par rapport à la taille de l'unité agricole.

Notre analyse est basée sur l'élaboration des connaissances principalement à partir des façons de faire des agriculteurs, cela consiste à se renseigner par observations, entretiens et enquêtes dans la zone d'étude. Les pratiques des agriculteurs sont donc centrales pour comprendre le fonctionnement des systèmes de production. C'est dans ce contexte que l'opération que nous proposons vise la prise en considération du niveau de l'exploitation agricole comme objet de recherche tout en étudiant les pratiques de production agricoles. Cette enquête a été réalisée sur la base d'un questionnaire détaillé et avait deux objectifs simultanés: l'identification de la diversité des niveaux de structuration des types d'exploitations, des objectifs de production ainsi que les

systèmes de production en repérant le éléments structurels (superficies, statut foncier, parc agricole, ressources hydriques,...etc), et les formes fonctionnelles et organisationnelles des unités de production.

MATERIEL ET METHODE

1. Site de l'étude.

Notre étude porte sur la wilaya de Sétif, située dans la région des Hautes Plaines de l'Est algérien. Le climat y est semi-aride et les précipitations sont comprises entre les isohyètes 250 et 500 mm/an. Le relief est contrasté mais non accidenté sur le haut plateau et le degré de la pente est inférieur à 12 %. Au nord, le sol est profond, de type argileux, à forte capacité de rétention, mais difficile à travailler; se sont des terres noires ou grises. Sur le plateau au centre et au sud, les sols sont plus ou moins superficiels, de couleur claire ou rougeâtre, chargés en calcaires, légers et parfois encroûtés. Nous avons retenu pour l'enquête trois zones: semi-aride supérieur "400 à 500 mm/an", semi-aride central "300 à 400 mm/an" et semi-aride inférieur "250 à 300 mm/an".

2. Support d'enquête.

Pour cette étude nous avons retenu la méthode d'entretien et d'enquête précédée d'une prè-enquête sur terrain. L'enquête effectuée entre l'année 2000 et 2001 a porté sur 110 exploitations réparties sur le territoire de 19 communes céréalières appartiennent à des groupes de zones délimitées, en fonction de la variabilité agropédologiques et principalement, les variabilités du relief (configuration du territoire), nature du sol, disponibilité de l'eau et l'isolement de la zone. Dans ce travail, nous avons pris l'exploitation agricole comme unité de recherche dans le milieu semi-aride. Pour cela, nous avons retenu cinq types d'exploitations en fonction de leur taille: T1 (inférieurs à 05 ha), T2 (05-20 ha), T3 (20-50 ha), T4 (50-100 ha) et T5 (supérieur à 100 ha) et trois étages semi-aride (supérieur, central et inférieur).

3. Méthodes statistiques

Nous avons étudié la diversité des systèmes de production agricoles à l'aide d'une analyse descriptive, d'une matrice de corrélation entre les variables et une analyse du poids factoriel des composantes principales par le programme *statistica/ w 5.0*.

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1- Taille de l'exploitation

La taille de l'exploitation est un critère important pour l'adoption d'un système de production donné; conjuguée avec la localisation, le climat et la disponibilité de l'eau d'irrigation, la taille détermine essentiellement les choix techniques et économiques des agriculteurs.

Les unités agricoles de la région semi-aride des HPS présentent une grande diversité (Figure n°1). 40 % d'entre-elles sont des exploitations possédant moins de 20 ha de SAT et moins de 10 ha de SAU. Des différences appréciables distinguent cependant les trois étages puisque la petite exploitation (moins de 10 ha de SAU), représente 56 % des exploitations de l'étage semi-aride inférieur, 14 % dans le central et 41 % dans le supérieur. Par ailleurs, le groupe d'exploitations étudiées indique que 27 % des exploitations ont une SAT comprise entre 20 et 50 ha, 19 % entre 50 et 100 ha et seulement 14 % ont plus de 100 ha.

2- Statut juridique des terres agricoles

Plusieurs travaux ont montré que l'ensemble des problèmes liés au statut du foncier agricole, ne favorisent pas les transformations nécessaires
des systèmes de production. Ces problèmes sont liés entre autres au statut juridique des terres et aux modes de faire valoir (Hadjiat, 1997). En Algérie, la distinction entre les différentes formes de propriété et d'appropriation du foncier remonte à, au moins trois à quatre siècles, Guillermou in Djenane, 1997.

Les données du tableau 1 montrent que les formes de propriété juridique des terres agricoles présentent une grande diversité. En effet 48 % des exploitations visitées sont exploitées en «Melk» individuel mais ce taux est variable suivant la zone: 56 % au semi-aride inférieur, 44 % au central et 43 % au supérieur. Les exploitations possédant un «Melk» collectif représentent 36 % variable selon les étages bioclimatiques, 48 % au semi-aride supérieur et 28 % dans chacun des étages central et inférieur. Les exploitations collectives et individuelles (EAC et EAI) représentent 15 % des exploitations enquêtées.

3- Mode de faire-valoir

Le pourcentage des agriculteurs locataires d'une partie de la SAU s'élève à 54 % elle est de 58 % au semi-aride inférieur et central et 47 % au semi-aride supérieur. Egalement, 46 % de la superficie totale exploitée est louée avec des variations notables qui différencient les étages semi-arides: 59 % au semi-aride inférieur, 42 % au central et 30 % au supérieur.. Les exploitations travaillant des superficies importantes louent d'avantage de terres; la part de la SAU louée Par taille d'exploitation est dans l'ordre décroissant: T1: (3,4 %), T2: (21 %), T3: (42 %), T4: (52 %) et T5: (26 %). Ainsi, les agriculteurs de l'étage inférieur et central appartenant à la T4 exploitent environ 2/3 de leurs superficies en location. Les agriculteurs de l'étage semi-aride inférieur appartenant à la T5 exploitent également 2/3 de leurs superficies en location. Ceci nous permet de souligner que dans l'étage semi-aride supérieur la proportion des terres exploitées en location est inférieure par rapport à l'étage semi-aride central et inférieur. En outre, deux types de location sont observés; location directe: le droit à l'exploitation est rémunéré en monnaie ou sous forme de leasing (bail-location): l'exploitation est rémunérée en pourcentage de produit récolté en fin de chaque campagne.

4- Utilisation des superficies agricoles louées

Cinquante cinq pour cent des superficies louées sont réservées à la sole céréalière, ces superficies sont comparables quelle que soit la taille de l'exploitation. Selon le tableau 2, elles sont plus élevées en étages inférieur et supérieur. La part de la superficie moyenne louée réservée aux chaumes et à la jachère pâturée représente 23 % et 18 %; elles sont plus élevées au semi-aride central et inférieur. La pomme de terre commence à prendre une place dans le système de cultures et occupe 4 % des superficies louées dans chacun des trois étages.

5- Matériel agricole

Quatre vingt onze pour cent des agriculteurs font appel à la location du matériel agricole afin de réaliser au moins une partie des travaux agricoles ; 64 % des exploitations sont partiellement et 27 % totalement dépendantes de l'extérieur. Aussi, le niveau de dépendance est plus accentué dans les exploitations inférieures à 20 hectares (figure 2/a). De ce fait, plus la superficie de l'exploitation est petite plus sa dépendance de l'extérieur est grande. Les exploitations ayant une superficie moyenne ou grande sont plus

équipées et présentent une certaine autonomie vis à vis de l'extérieure, elles représentent 9 %. Confirmé par Madani (2002), seuls 8 % des exploitations les mieux structurées sont autonomes et possèdent l'ensemble du matériel agricole nécessaire aux travaux agricoles.

Par ailleurs, d'après les résultats obtenus on enregistre en moyenne un tracteur pour 59 ha, avec de différences entre les étages bioclimatiques; un maximum de 82 ha au semi-aride central en comparaison au semis-aride inférieur (54 ha) et supérieur (41 ha). On signale que plus l'exploitation est petite plus le degré d'utilisation des tracteurs à d'autres fins est grand et sont généralement utilisés comme moyen de transport à l'extérieur de l'exploitation. Pour le matériel de semi, on enregistre en moyenne un semoir pour 171 ha: 196 ha au semi-aride central, 194 ha au supérieur et 125 ha à l'inférieur.

6- Ressources hydriques

Les résultats du tableau 3 révèlent que la mobilisation de l'eau souterraine pour l'irrigation des cultures est plus prononcée en étage semi-aride inférieur: le nombre de forages recensés dans cet étage est de 108 %, en plus de l'utilisation des puits, dont leur pourcentage s'élève à 79 %. Le nombre de forages et de puits en étage semi-aride central et supérieur par rapport au nombre d'exploitations est respectivement, 44 %, 24 %, 72 % et 61 %.

Concernant la qualité de l'eau d'irrigation, 95 % des exploitations la qualifient de bonne qualité (potable) et que seules 5 % situées au semi-aride central et inférieur ont une eau d'irrigation légèrement saumâtre. En plus, 90 % des ressources recensées sont en propriétés individuelles et seulement 10 % sont exploitées collectivement. Concernant l'évolution de la ressource dans le temps, 65 % des exploitants notent une diminution durant les cinq dernières années alors que 35 % estiment qu'il y a stabilité des quantités disponibles. L'investissement dans la mobilisation de ressources hydriques pour l'irrigation est lié, ces dernières années, principalement en étage semi-aride inférieur, à la diversification des systèmes de production.

7- Importance de la pratique de la jachère

Les terres cultivées chaque compagne représentent 70 % de la SAU. Mais, la superficie réservée à la jachère est en moyenne évaluée à 28 % et varie selon les zones: 38 % au semi-aride supérieur, 34 % au central et seulement 14 % à l'inférieur. Par type de jachère, on observe que la jachère travaillée est pratiquée chez 46 % des agriculteurs ; le seuil maximum est enregistré au semi-aride supérieur avec 76 % et le minimum au semi-aride inférieur (20%), tableau 6. En revanche, la jachère pâturée est pratiquée chez 21 % des agriculteurs; cette part monte à 36 % au semi-aride inférieur et descend à 7 % au semi-aride supérieur. Par contre, la jachère mixte «travaillée et pâturée» est pratiquée chez 20 % des agriculteurs; respectivement 44 % au semi-aride supérieur et 8 % au semi-aride inférieur. Seules 13 % d'agriculteurs ne pratiquent pas la jachère par manque de superficie ; cette catégorie existe uniquement dans le semi-aride inférieur (tableau 04), où les petites exploitations sont plus fréquentes.

8. Traitements statistiques

8.1. Analyse de corrélation

L'analyse de corrélation entre les différents facteurs montre que la SAU est fortement liée au matériel agricole (tracteurs, charrues et semoirs), à l'exploitation de blé dur, la jachère et à l'élevage. De même, le blé dur est très lié à la jachère, mais, il est corrélé négativement au blé tendre et aux cultures maraîchères. Par contre, l'orge est liée à l'avoine. Ceci montre l'importance de la relation entre la production céréalière et l'élevage avec la dominance de la sole blé dur et la jachère «travaillée» et une meilleure disponibilité de matériel agricole.

L'étage bioclimatique entant que facteur naturel est lié positivement à la SAU, matériel agricole, jachère, blé dur, pomme de terre et l'élevage bovin, en revanche, il est négativement lié au blé tendre, avoine, et aux

maraîchères; ceci montre l'orientation des activités agricoles vers l'intensification en étage semi-aride supérieur en basant le système de production sur l'association de blé dur, la pomme de terre et élevage bovin.

Les superficies irriguées sont liées à la présence des cultures maraîchères, pomme de terre, jachère et élevage ovins et bovins ; ceci dénote la diversité des activités agricoles en cas de mobilisation de l'eau d'irrigation. Par contre, le maraîchage est négativement lié aux autres paramètres, ce qui dénote que le maraîchage est pratiqué sur des petites superficies exclusivement en propriété. Contrairement, la pomme de terre est pratiquée par les grandes exploitations les plus structurées.

8.2. Résultats de l'analyse factorielle

Les résultats de l'extraction des Composantes Principales montrent que les deux facteurs retenus retiennent ensemble 88, 47 % de la variance totale des variables, avec une importance de la première composante, qui a elle seule représente plus de 58,72 % de la variance totale. La troisième composante l'a expliquée en revanche que moins de 10%.

Le facteur 1, avec une part de 58,72 % renseigne sur les structures et les tendances des systèmes de production. Cette composante montre l'importance des relations des facteurs structurels, telles que la SAU et matériel agricole à la diversité des systèmes de production, principalement les céréales (blé dur, jachère), la pomme de terre et l'élevage (ovin et bovin). cette composante dénote ainsi les orientations des cultures diversifiées en irrigué et la présence de système intensif et l'élevage

Le facteur 2, avec une part de variance de 29,75 %, souligne la combinaison des systèmes de cultures extensives en sec en présence d'une partie de la SAU louée et l'étage bioclimatique.

9- Systèmes de production agricoles

Le schéma 1 illustre la répartition des spéculations et leur importance selon les zones agro-écologiques. Ceci nous permet de déceler le choix de système de production des unités agricoles. Ce choix est lié à la variabilité des potentialités de l'exploitation; il est fonction de la zone de production et de la disponibilité des ressources hydriques.

Le système de production, combinant céréales-élevage, est adopté par la majorité des agriculteurs (92 %). En plus, le système de culture céréalier adopté par les agriculteurs envisage toujours la culture de deux espèces de céréales ou plus (tableau 06). Toutefois, il existe des différences liées à la taille de l'exploitation, d'une part et au potentiel de la zone, d'autre part (Tableau 05). Les micro- exploitations sont contraintes de se limiter à l'emblavement d'une seule céréale. Cette monoculture est plus remarquée à l'étage semi-aride supérieur (19 %) en comparaison au central (5 %) et à l'inférieur (7 %). Dans les conditions d'agriculture pluviale en zones semi-arides, la diversification des systèmes de production montre la vigilance des agriculteurs dans la gestion des risques. Selon Chehat (1999), le refus de la spécialisation – synonyme de risque très élevé - se traduit, par le refus d'une orientation du système de production vers la seule production végétale.

Toutefois selon les résultats, en plus de la relation qui existe entre les céréales et l'élevage, d'autres spéculations peuvent exister et soutenir la robustesse du système de production. Les céréales sont utilisées dans 38 % des exploitations en association avec les cultures maraîchères à 38 %, la pomme de terre est répandue dans 34 % alors que la culture de tabac n'existe que chez 4 % des agriculteurs.

L'arboriculture fruitière est présente dans 10 %. Celle-ci est plus répandue dans l'étage semi-aride supérieur comparativement à l'étage central et inférieur, Tableau 5. la répartition des cultures, comme le montre le schéma 1, révèle que l'étage semi-aride inférieur présente une diversité plus importante. Toutefois, plus le risque est grand, plus la diversification est importante ; cette tendance est plus prononcée dans les exploitations de petites taille dans l'étages semi-aride inférieur.

Concernant l'élevage, d'après le schéma n° 1, 8 % ne possèdent pas de ruminants figure n° 3/ a; cela concerne les exploitations de moins de cinq hectares. Les ovins sont présents chez 82 % avec des différences notables entre les étages bioclimatiques: 77 % au semi-aride inférieur, 88 % au central et 83 % au supérieur. L'effectif moyen du cheptel ovin reproductrice par exploitation est plus élevé dans les étages semi-arides central et inférieur - 32 têtes par exploitation - par rapport à l'étage semi-aride supérieur (28 têtes) figure n° 3/ b. Ce type d'élevage est pratiqué par 54 % des exploitations petites et moyennes (5 à 20 ha et 20 à 50 ha), par 41 % des exploitations grandes (50 à 100, et > 100 ha), et seulement par 5 % des micro- exploitations (superficie < 05 ha). La présence du bovin est constatée dans 70 % des unités.

Il existe toutefois des différences entre les étages bioclimatiques (figure n° 3/ a): zone nord 80 %, zone centre 52 % et zone sud 69 %. 'affouragement du cheptel plus sécurisé en étage semi-aride supérieur plus favorable justifié la préférence pour l'élevage bovin, plus exigent. Ce type d'élevage est pratiqué par 54 % de petites et moyennes exploitations, 43 % par des grandes exploitations, et seulement 3 % par des micro- exploitations. L'effectif du cheptel est lié à la taille et à la structure de l'unité agricole (Figure n° 3/ b). L'effectif moyen du cheptel bovin reproductrice par exploitation est plus élevé dans les étages semi-arides supérieur - 07 vaches par exploitation - par rapport à l'étage semi-aride central et inférieur (04 vaches).

D'après les résultats de combinaisons de spéculations du schéma n° 1, on peut remarquer que la zone sud et centre se caractérisent par une tendance plus prononcée à la diversification des spéculations végétales et animales. Ces combinaisons restent étroitement liées au degré de structuration des unités de production et des possibilités de mobilisation de ressources hydriques pour l'irrigation.

CONCLUSION

L'analyse des résultats de notre recherche a permis d'examiner la structuration et choix de spéculation en milieux semi-arides. Les principales caractéristiques de ces exploitations sont: l'exploitation d'un foncier caractérisé par l'indivision et la location d'une partie des terres agricoles exploitées. Aussi est-il relevé la dépendance de l'extérieure des petites et moyennes exploitations en matière de travaux agricoles. Ces facteurs ont un impact défavorable sur les investissements au niveau des unités de production.

Le système de production qui caractérise la majorité des exploitations est très marqué par une dominance d'association céréalière avec l'élevage; l'élevage est présent quelle que soit la classe de superficie de l'exploitation. Ce système de production peut être combiné de façon complexe avec d'autres cultures, selon la structure de l'exploitation, la zone de production et la mobilisation des ressources hydriques pour l'irrigation.

Les résultats de notre étude ont montré que l'investissement dans la mobilisation des ressources hydriques et dans l'équipement d'irrigation, principalement dans l'étage semi-aride inférieur a permis une certaine reprise des activités plus rentables et le développements des filières. Celles-ci ont donné plus de garanties à la survie de l'exploitation, mais le problème se pose en termes de gestion durable des ressources en eau.

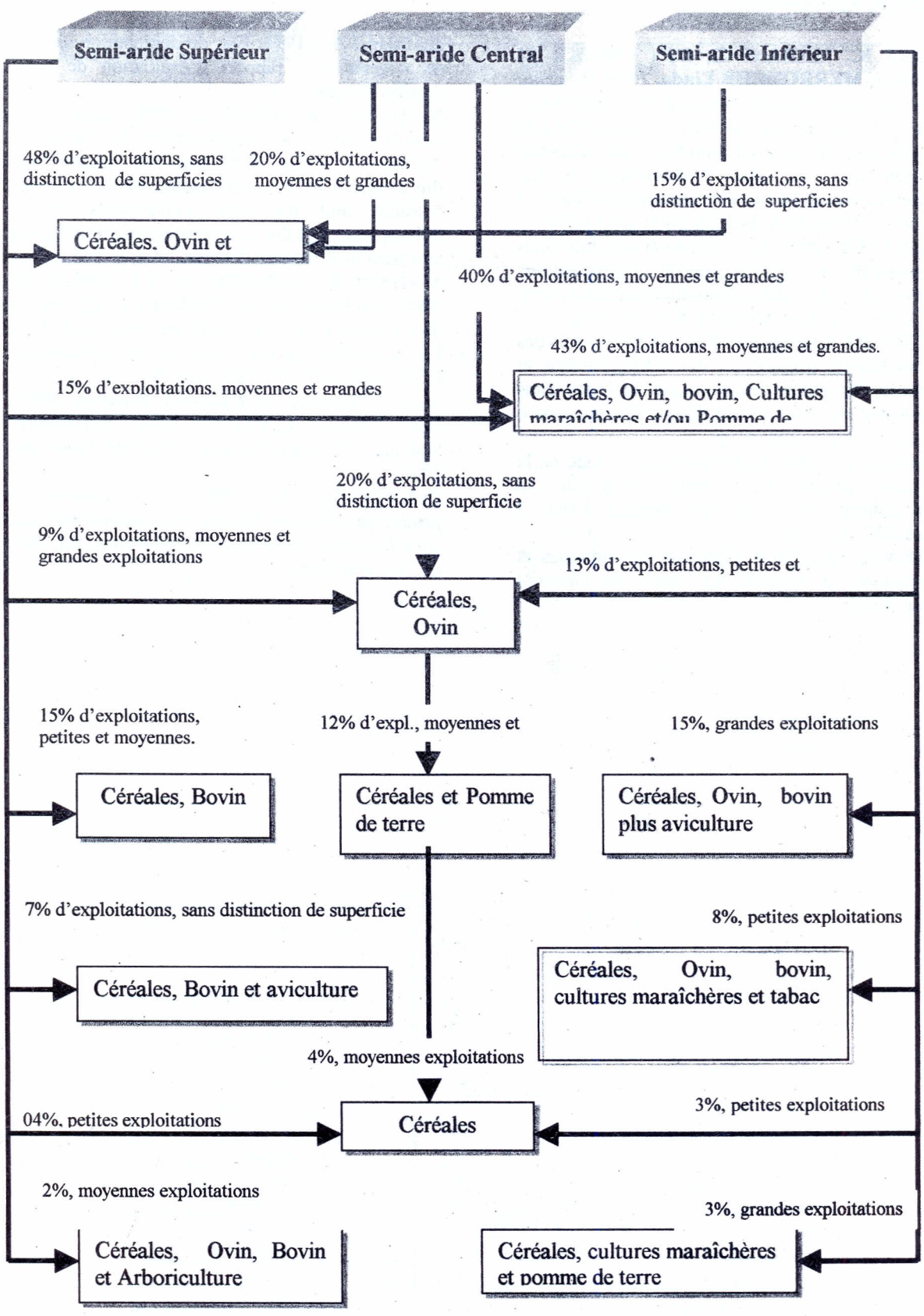


Schéma n° 1: Les choix des systèmes de production par zone présentés par ordre d'importance

BIBLIOGRAPHIE :

ABBAS K., MADANI T., BEN CHEIKH El Hocine et MERROUCHE Linda, 1999. Diversité des systèmes d'élevage associés à la céréaliculture dans la zone semi-aride de Sétif. Ed: proceeding of the congress of the contribution of the scientific research and the new technologies in the development and the value enhancement of the arid and semi-arid regions. 1- 4/10/ 2000, p 249-254.

BEDRANI S., 2000. L'intervention de l'Etat dans l'agriculture en Algérie : constat et propositions pour un débat. Ed: Options Méditerranéennes, série B. *Etudes et Recherches* N°14. 83 – 99 / 376.

BITOUCHE S. et LABIOD H., 1991. Les sols des Hautes Plaines Sétifiènnes. Inventaire, Analyse et Synthèse des études pédologiques réalisées dans cette région de 1965 à 1985. Essais Thématisation. Ed: thèse d'ingéniorat. 60 p.

CHAHAT F., 1999. Contribution à L'étude de la question agraire en Algérie. Cas de la céréaliculture. Ed: thèse de Doctorat d'état. 2 tomes, 254 et 346 p.

DJENANE M., 1999. Reformes économiques et Agriculture en Algérie. Ed: thèse de Doctorat d'état. 305 P.

HADJIAT K., 1997. Etat de dégradation des sols en Algérie. Ed: rapport d'évaluation de projet Algéro-français 12 P.

MADANI T. et ABBAS K., 1999. Analyse de la structuration et de l'organisation de l'entreprise Agricole en région semi-aride. Ed: proceeding of the congress of the contribution of the scientific research and the new technologies in the development and the value enhancement of the arid and semi-arid regions, 1-4/10/ 2000, p: 242-248.

MADANI T., BENNIOU R. ET ABBAS K., 2002. Organisation de l'exploitation agricole en milieu semi-aride. Cas des Hautes Plaines de Sétif. Ed: actes des troisièmes journées scientifiques sur le blé 11,12 et 13/02/ 2002, pp: 09-12

Marcel Mazoyer, et Laurence Roudart, 1997 . Des systèmes agraires ? Cahiers Agricultures, Volume 6, Numéro 6, pages 591 à 595. Nov—déc. 1997.

PLUVINAGE J., 1995. Les systèmes de production céréales- élevage et la gestion du risque dans les zones sèches méditerranéennes. Ed: thèse de Doctorat. 536 p.

TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1 : Le statut des terres agricoles des exploitations (U: %).

Statut juridique des exploitations visitées	Semi-aride supérieur	Semi-aride central	Semi-aride inférieur	Moyenne
Melk'individuel	43	44	56	48
Melk collectif	48	28	28	36
EAC et EAI	09	28	15	15
Location des terres en nombre d'exploitations (%)	47	58	58	54

Tableau 2 : La répartition des superficies agricoles louées (U: %).

Etages semi-arides	Superficie louée/ SAT	Réparation de la Superficie Louée/ à la Superficie Totale Louée				
		Céréales	Maraîchage	Pomme de terre	Jachère pâturée	Chaumes pâturés
Supérieur	30	79	0.00	03	11	07
Central	42	32	0.00	04	29	35
Inférieur	59	61	0.25	04	14	21
Moyenne	43	55	0.11	04	18	23

Tableau 3: Importance des ressources hydriques (U: %)

Etages semi-arides	Par rapport au nombre d'exploitations					par rapport au nombre total dénombré					
	Puits (%)	Forages (%)	Retenues (%)	Oueds (%)	Source Tempor aire (%)	Qualité d'eau		Jouissance		Evolution/ au temps	
						1	2	3	4	5	6
Supérieur	61	24	-	09	02	100	-	99	01	75	25
Central	72	44	04	-	-	94	06	83	17	50	50
Inférieur	79	108	-	-	-	90	10	97	03	71	29
Moyenne	70	58	01	04	01	79	04	75	08	29	53

Légende : 1 : Bonne, **2** : Légèrement Saumâtre, **3** : Individuelle, **4** : Collective, **5** : Stable, **6** : Régression

Tableau 4 : les différents types de jachère pratiquée par exploitations (U: %).

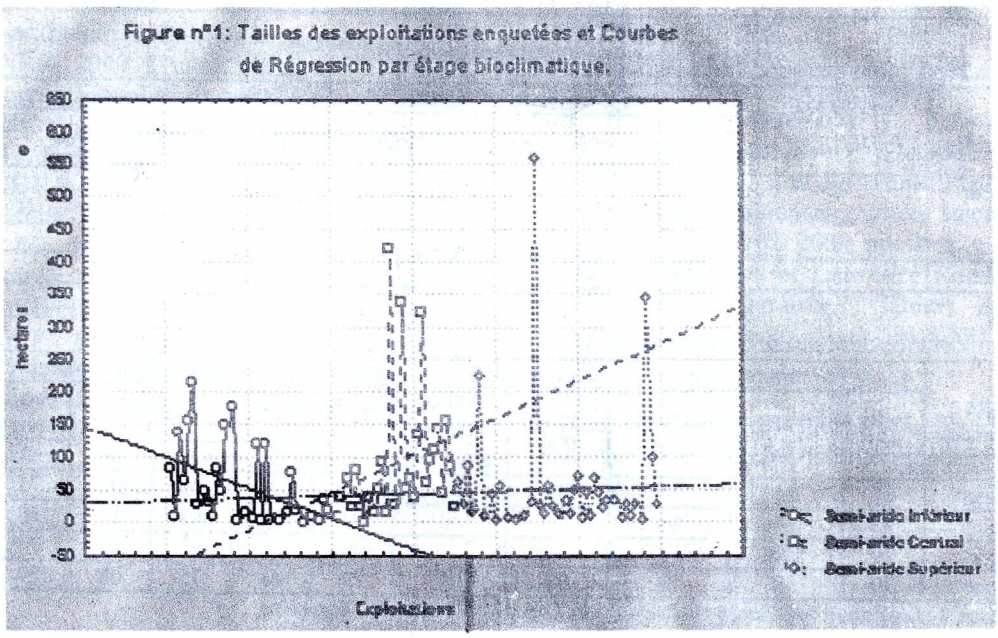
Etages semi-arides	Jachère travaillée	Jachère pâturée	Jachère (travaillée + pâturée)	Jachère non pratiquée
Supérieur	76	07	17	-
Central	32	24	44	-
Inférieur	20	36	08	36
Moyenne	46	21	20	13

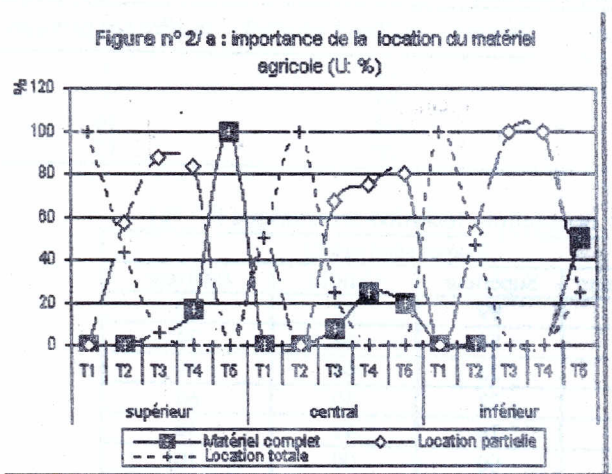
Tableau 5: La répartition des exploitations agricoles par orientation- technico-économique (U: %).

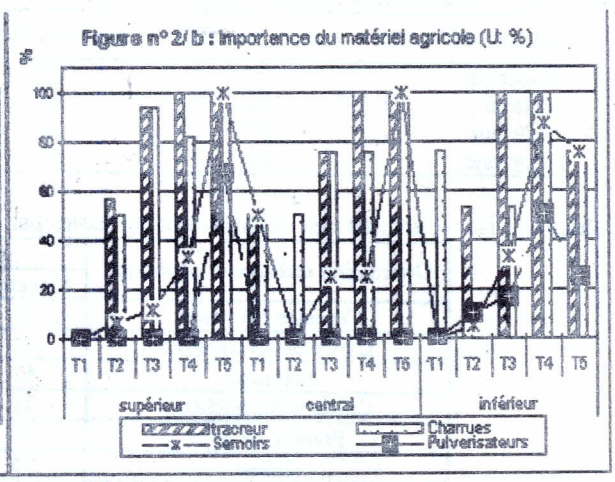
Orientation technico-économique	Etages semi-arides			
	Moyenne	Supérieur	Central	Inférieur
Céréales Primaires	89	99	82	80
Céréales Secondaires	64	54	64	74
Fourrages	47	28	64	59
Cultures Maraîchères	38	22	30	64
Pomme de terre	34	26	48	36
Tabac	04	00	00	10
Arboriculture Fruitière	10	20	4,5	2,5
Elevage Ovin	82	83	88	77
Elevage Bovin	70	80	52	69
Elevage mixte (Ovin et Bovin)	60	67	52	56
Elevage Caprin	22	24	12	26
Poule Pondeuse	05	02	00	10
Poulet de Chair	14	23	09	10
Apiculture	09	15	09	03
Dindes	01	02	00	00
Céréales- Elevage	92	96	88	88
Céréales sans Elevage	08	05	12	10

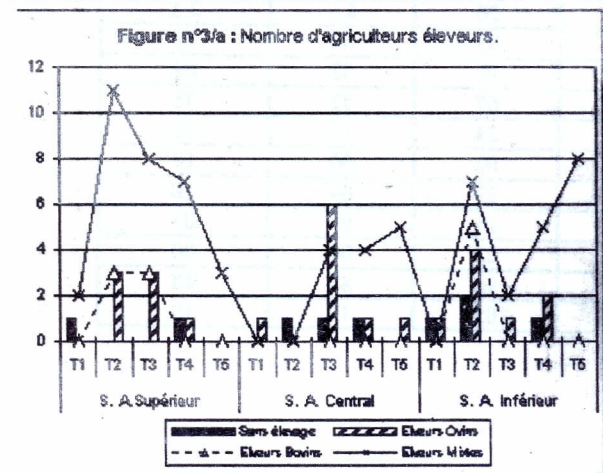
Tableau 6: répartition des espèces céréalières.

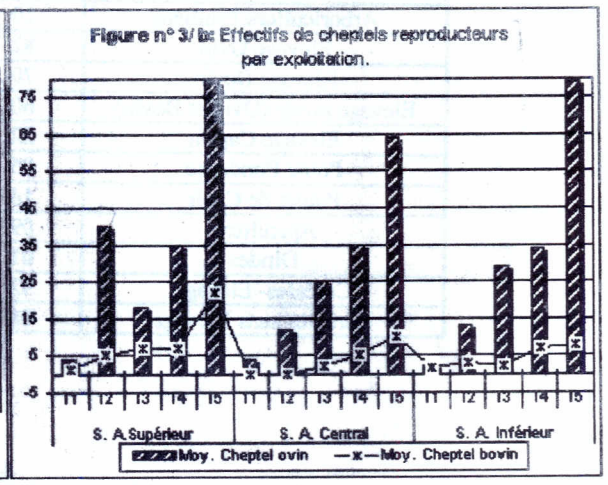
Etages semi-arides	Pourcentage d'emblavement par espèce (%)				Nombre d'espèces emblavées (%)		
	Blé dur	Blé tendre	Orge	Avoine	Une espèce	Deux	Trois et plus
Supérieur	79	08	12	00,24	19	17	05
Central	47	27	21	05,00	05	10	08
Inférieur	27	35	27	10,00	07	14	15
Moyenne	50	24	21	06,00	31	41	28











Variations annuelles du poids vif et de la notation corporelle de brebis Ouled Djellel ou cours des principales phases physiologiques

CHEMMAM M. ; GUELLATI MA. ; BAIRI A. ET OUALI K.

Centre universitaire d' El taref, Institut des sciences Vétérinaires.
Département de biologie, Université de Annaba, Annaba.

RESUME :

Sur 124 brebis de race Ouled Djallal, nous avons étudié les relations entre le poids vif (PV) et la notation corporelle (NC) aux cours des principales phases physiques : lutte, agnelage, sevrage et un mois après le sevrage avec des agnelages de printemps.

Les résultats moyens du PV et de la NC à l'agnelage (
(53,5 kg et 2,9), à la lutte (50,2 kg et 2,7) et au sevrage (47,2 et 2,3) ont été statistiquement différents ($p<0,001$).
Les variations du PV et de la NC entre les phases étudiées sont du même signe et toujours supérieures pour la NC de l'agnelage à 30j après la séparation des agneaux.
Les corrélations entre le PV et l'ensemble du troupeau sont significativement positives au 30ème jour après la séparation des agneaux (0,95) et lutte (0,93) et à un degré moindre au sauvage (0,78) et à l'agnelage (0,65).
Les droites de régression calculées sur l'évolution du PV en fonction de la NC présentent un coefficient de corrélation de plus de 0,95 dans tous les cas.

Mots clés : brebis, note corporelle, poids vif.

INTRODUCTION :

L'élevage ovin en milieu pastoral est dépendant des ressources alimentaires naturelles, il est conformé à des périodes favorables qui permettent aux brebis de constituer des réserves corporelles utilisables quand l'ingestion d'aliments devient insuffisante pour couvrir leurs besoins.

Cette situation est déterminante dans les productions ovines, sa place dans le cycle de production présente un intérêt certain dans l'établissement d'une stratégie de complémentation alimentaire (DEDIEU et al., 1989).

Les méthodes d'évaluation des réserves corporelles sont nombreuses (PUROY et al., 1987), la plupart sont complexes et utilisables en laboratoire.

Dans des conditions d'élevage extensif le PV et la NC ont été pratiqués et ne demandent peu de moyens (RUSSEL et al., 1969 ; FOLSH. ; 1985).

Le présent travail étudie l'évolution du PV et la NC au cours d'un cycle habituel de production chez la brebis Ouled Djellal assurant un agnelage par an et cherche à mettre en évidence l'existence de relations entre ces variables aux principales phases de production.

MATERIEL ET METHODES :

L'expérience s'est déroulée sur un effectif contrôlé de 124 brebis élevées sur parcours et résidus de céréales au niveau de la région sud de Guelma.

Les brebis ont suivi le schéma de conduite habituel : lutte d'automne avec « effet bélier », l'alimentation est basée sur le pâturage et les agneaux restent avec leurs mères jusqu'à 56 jours.

Les mesures du PV sont effectuées toujours le matin à jeun et la NC est réalisée par deux personnes avec répétition et un entraînement préalable sur la race. La ponctuation est donnée au demi-point selon la méthode décrite par Russel et al. (1969), modifiée par MLC (1975).

RESULTATS ET DISCUSSION :

Tableau 1 : Evolution du poids vif (PV/Kg) et de la notation corporelle (NC de 0 à 5) durant les principales phases physiologiques.

	Troupeau		Agnelage simple		Agnelage double	
	NC	PV	NC	PV	NC	PV
Lutte	2,7	50,2	2,7	49,2	2,8	51,5
Agnelage	2,9	53,5	2,8	51,2	2,9	53,7
Sevrage	2,3	47,2	2,3	46,2	2,4	46,5
30j du Sev.	2,7	49,5	2,6	49,5	2,8	51,2
Moyenne	2,6***	49,8***	2,6***	49,00***	2,7***	51,5***

(n=124) ; *** p<0,001

l'analyses des résultats moyens pour l'ensemble du troupeau a révélé que les poids vifs les plus élevés sont à l'agnelage (53,5 + 5,3 kg) et à la lutte (50,2 + 4,4 kg) et sont différents de ceux du sevrage (47,2 + 4,9 kg) où les poids vifs sont les plus bas.

L'évolution de la note corporelle s'est effectuée dans le même sens avec des maximums à l'agnelage (2,9 + 0,58) et à la lutte (2,7 + 0,51) qui sont différents de celles du sevrage (2,3 + 0,47), qui comme le poids vif sont les notes les plus faibles.

La comparaison des résultats selon les types d'agnelage (simple ou double) n'a pas montré de différence significative.

Tableau 2 : Variations du poids vif (PV/Kg) et de la notation corporelle (NC de 0 à 5) entre les principales phases physiologiques : Lutte (L), Agnelage (A), Sevrage (S) et 30j après le sevrage.

		Lutte - Agn		Agn - Sev		30j du Sev	
		L -> A	% A	A -> S	% S	S -> T	% T
Troupeau	NC	0,18	6,2	0,55	23,9	0,49	17,4
	PV	2,7	5	6,3	13,4	3,8	7,7
Agnelage simple	NC	0,15	5,4	0,50	21,7	0,37	14,2
	PV	2,1	4	5,5	12	3,5	7
Agnelage double	NC	0,29	6,6	0,58	24,1	0,53	18,9
	PV	3,7	6,9	7,2	15,5	4,3	8,4

(n=124)

Entre la lute et l'agnelage, les gains dans le PV (4% et 6,9%) et la NC (5,4% et 6,6%) ont été similaires.

Entre l'agnelage et le sevrage, les brebis de mise bas simple et double ont perdu dans le PV (-5,5 et –7,2 kg) et dans la NC sont comparables à ceux obtenus sur des brebis de races méditerranéennes par Sébastien et al. (1989) (-14kg/unité de NC) et sur les brebis de race Aragonaise et un peu inférieurs à ceux de Molina et al. (1991) (-16kg/unité de NC) sur des brebis de race Manchéga.

Après le sevrage (30j), les brebis ont gagné dans le PV (3,5 et 4,3kg) et la NC (0.37 et 0,53. La comparaison des taux montrent que les gains en NC sont plus importants (14,2% et 18,9%).

Au cours de cette phase le gain de PV (8kg/unité de NC) est similaire à celui de Sebastien et al. (1987) (8kg/unité de NC) sur l'Aragonaise et supérieur à celui de Molina et al. (1991) (5kg/unité de NC) sur la Manchéga.

Conclusion :

Au cours d'un cycle de production, le PV et la NC chez la brebis Ouled Djellal évoluent dans le même sens. A partir de la mise bas les proportions de variation sont toujours supérieures pour la NC par rapport au PV ce qui donne à cette variable un avantage sur le PV pour la prédiction de l'état des réserves énergétiques de la brebis reproductrice, donc un paramètre important pour la stratégie d'alimentation et de complémentation.

Le nombre d'agneaux par mise bas n'influe pas sur l'évolution du poids vif et la note de la condition corporelle.

Bibliographie :

[1]Dedieu B. ; Cournut E. et Gibon A. 1989 : notation d'état corporel et systèmes d'élevage ovin ; INRA Production Animale, 2, 79-88.

[2]Folch J. ; purroy A. y Valderrabano J.1991 : Influencia de la alimentacion sobre la reproduccion de la oveja. Ovis, 13, 9-13.

[3]M.L.C. 1988 : Feeding the ewe, meat and liverstock commission, milton keynes.

[4]Molina E. 1991: Valotacion de los recursos lignocelulosicos, in : Nutricion de ruminantes en zonas aridas y de montana, 71-92 ed CSCI Madrid.

[5]Purroy A. ; Boquier F. et Gibon A. 1987 : Méthodes d'estimation de l'état corporel chez la brebis. In : L'évaluation des ovins et des caprins méditerranéens. Rapport Eur. 11893 CEE Luxembourg 182-201.

[6]Russel A. J. F. ; Doney J. M. et Gunn R. G. 1969 : Subjective assesment of fat in live sheep, J . of agric. Sci. Cambridge, 72, 451-453.

[7]Sebastien I. ; Chillard Y. ; Jaime C. et Purroy A. 1989 : Variations du volume des adipocytes et de la note corporelle chez la brebis aragonesa pendant la lactation et après le tarissement. Annales de zootechnie, 36, 83.

ETUDE COMPARATIVE DES SYSTEMES DE POMPAGE PHOTOVOLTAIQUE BASES SUR UN MOTEUR A INDUCTION

A. BETKA, A. MOUSSI *

Centre universitaire Larbi Ben M'Hidi Oum El-Bouaghi
Institut d'Electrotechnique
* *Institut d'Electrotechnique, Université de Biskra*

RESUME:

Les performances d'un système de pompage photovoltaique basé sur un moteur à induction se trouvent dégradées une fois l'éclairement varie loin de sa valeur nominale. Pour surmonter cet handicap, deux lois de commande judicieuses basées sur un contrôle de la fréquence sont suggérées. La première fixe l'amélioration du rendement du moteur, alors que la deuxième permet un fonctionnement à flux d'entrefer constant. Pour mener une étude de comparaison, on effectue une simulation à fréquence fixe. Les résultats de simulation montrent que des améliorations remarquables du rendement de la machine, de la quantité pompée ainsi que la stabilité de fonctionnement sont apportés.

Mots clés: *système photovoltaique, moteur à induction, rendement. flux constant.*

SUMMARY

The performances of a photovoltaic pumping system based on an induction motor are degraded once the insulation varies far from the value called nominal where the system was sized. To surmount this handicap, two control laws are presented in this paper. The first fixes as a goal the improvement of the motor efficiency by a proper adjustment of the motor frequency; while the second law permits a functioning under a constant air gap flux. The simulation results show that the motor efficiency, the pumped daily water amount and the stability are improved with the suggered laws.

Mots clés: *système photovoltaique, moteur à induction, ement. flux constant*

1. INTRODUCTION

L'utilisation de l'énergie solaire pour le pompage d'eau est particulièrement bien adaptée aux zones rurales où l'eau fait cruellement défaut. La demande croissante en eau dans ces zones pour l'alimentation en eau potable ainsi que pour l'irrigation , fait qu'un intêret grandissant est porté sur l'utilisation des modules solaires comme source d'énergie aux groupes ' moto-pompes'.

La majeur partie des systèmes de pompage actuellement implémentés utilisent comme actionneur électrique : le moteur à courant continu ou le moteur sans balais BLDC. Les problèmes de coût et de maintenance ont favorisé la moteur à induction à cage d'être une nouvelle alternative.

Dans ce papier une étude comparative de trois systèmes de pompage photovoltaique au fil du soleil basés sur un moteur à induction est présentée. Le premier consiste en l'amélioration du rendement de la machine par l'ajustement de la fréquence fournie par l'onduleur de tension alimentant le moteur, alors qu'un deuxième caractérise un fonctionnement à flux d'entrefer constant (V_m /f=Cste) . Pour mener une étude de comparaison, on effectue une simulation du système fonctionnant à fréquence fixe, où la stratégie choisie est : MLI naturelle.

La section (2) traite la modélisation des différentes parties constitutant le système. Dans les section (3), (4) et (5), on expose les lois de commande des trois systèmes proposés, alors que dans la section (6), les résultats de simulation sont présentés.

2. MODELISATION DU SYSTEME

Le système de pompage est l'association d'un ensemble de sous-systèmes interconnectés, nommées :
Le générateur photovoltaique, l'hacheur adaptateur d'impédance (MPPT), l'onduleur de tension, le moteur à induction à cage, la pompe centrifuge associée à une canalisation de refoulement. La fig.1 schématise le synoptique d'un tel système:

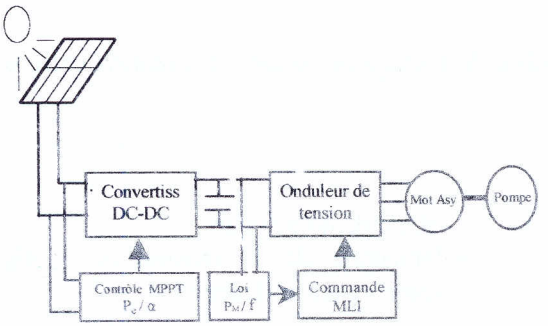


Fig.1 Synoptique du système

2.1 Modèle du générateur solaire :

C'est une matrice formée de 16 modules en série type AEG-40, dont la caractéristique I-V peut être décrite par l'équation [2] :

$$I = I_{CC} - I_0 \cdot \left(\exp\left(\frac{V + R_S \cdot I}{V_{th}} \right) - 1 \right) \quad (1)$$

L'adaptation de l'équation (1) à d'autres niveaux d'éclairements est obtenue via les équations :

$$I_{cc} = I_{cc_{ref}} \cdot \left(\frac{E}{E_{ref}} \right) \quad (2)$$

$$V_{oc} = V_{oc\,ref} + V_{th} \cdot \ln\left(\frac{E}{E_{ref}} \right) \quad (3)$$

$$I_0 = \frac{I_{cc}}{\exp\left(\frac{V_{oc}}{V_{th}} \right) - 1} \quad (4)$$

L'extraction de la puissance maximale (optimale) du générateur est assurée par un hacheur adaptateur d'impédance (Maximum Power Point Tracker), de gain en tension K :

$$K = \frac{U}{V} \quad (5)$$

2.2 Modèle de l'onduleur :

La commande de l'onduleur est faite selon la stratégie : PWM naturelle. Les signaux de commande des interrupteurs sont déterminés par l'intersection d'une référence sinusoidale appelée ' Modulatrice' de fréquence f avec une triangulaire de haute fréquence f_p appelée ' porteuse' . On définit par conséquent deux indices :

Indice de modulation :

$$M = \frac{f_p}{f}$$

Indice de réglage de tension r compris entre 0 et 1 :

$$r = \frac{\hat{V}_{mod}}{\hat{V}_p}$$

Pour $M \geq 9$, on démontre que:

1-La fondamentale de la tension de sortie possède comme valeur efficace : [5]

$$V_m = \frac{r.U}{2.\sqrt{2}} \qquad (6)$$

2-Les harmoniques se localisent autour des fréquences centrales

$k_1.M.f$ (k_1= 1, 2, 3, ...).

Pour le cas étudié, on choisit : r = 0.8 et M = 15.

2.3 Modèle du moteur à induction :

Le moteur à induction est modélisé selon le schéma équivalent conventionnel (fig.2).

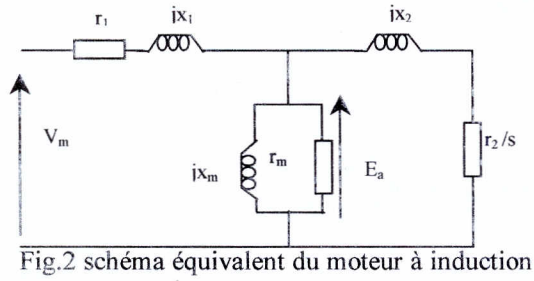


Fig.2 schéma équivalent du moteur à induction

Le fonctionnement en régime établi est déterminé par deux types d'équations :

Equation électrique :

$$P_{abs} = 3.R_{eq}.\frac{V_m^2}{Z_{eq}^2} \qquad (7)$$

Avec Z_{eq} : impédance équivalente par phase :

$$Z_{eq} = R_{eq} + jX_{eq} \qquad (8)$$

Equation mécanique :

$$C_e = C_r + C_0.\omega \qquad (9)$$

Où le couple électromagnétique $C_e$est donné par : [5]

$$C_e = 3.p.\left(\frac{V_m}{\omega_s}\right)^2 \frac{s.\omega_s.\frac{X_m^2}{r_2}}{\left[r_1 - \frac{s}{r_2}\left(X_{11}.X_{22} - X_m^2\right)\right]^2 + \left[X_{11} + \frac{s.r_1.X_{22}}{r_2}\right]^2} \qquad (10)$$

C_r désigne le couple résistant de la pompe centrifuge, et qui est analogue à un couple de ventilation :

$$C_r = C(1-s)^2.\omega_s^2 \qquad (11)$$

C : constante dépendant des données nominales de la pompe.

C_0 : coefficient de frottement.

Le couple électromagnétique passe par un maximum dit de décrochage correspondant un glissement :

La force contre-électromotrice de la machine est

liée au flux d'entrefer Φ par l'expression:[5]

$$s_b \cong \frac{r_2}{x_2} \qquad (12)$$

$$E_a = 4.44 k_w.f.N\phi \qquad (13)$$

2.4 Modèle de la pompe:

La caractéristique Hauteur-Débit de la pompe centrifuge monocellulaire utilisée est obtenue par le modèle de Pfleider-Peterman. L'expression analytique de ce faisceau de courbes représenté sur la fig.3 peut être approximée par la forme quadratique: [6]

$$H = a_0.\omega^2 + a_1.\omega.Q + a_2.Q^2 \qquad (14)$$

a_0, a_1 et a_2 : constantes dépendant des dimensions de la pompe.

Le rendement d'une telle pompe est le quotient de la puissance hydraulique emprunté au fluide par la puissance mécanique sur l'arbre:

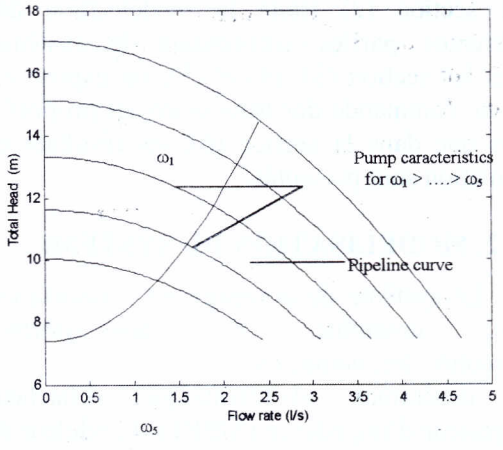


Fig.3 caractéristiques Hauteur-Débit de la pompe utilisée

$$\eta_p = \frac{\rho g H Q}{C(1-s)^3 \omega_s^3} \quad (15)$$

2.5 Modèle de la canalisation de refoulement:

L'expression de la caractéristique résistante H-Q de la canalisation de refoulement est donnée par:[6]

$$H = H_g + \psi . Q^2 \quad (16)$$

Ψ : constante dépendant des coefficients de pertes de charges ainsi que du diamètre de la canalisation.

2.6 Modèle de l'éclairement :

Une approche simplifiée a été élaboré selon [3], et qui servira comme une première approximation pour la quantification de l'éclairement incident. Ce modèle quantifie le flux lumineux pour une journée claire :

$$E = E_M \sin(15(t - t_{sr})). \quad (17)$$

3. SIMULATION AVEC FREQUENCE FIXE

Du fait de la non linéarité de la caractéristique I-V, le circuit MPPT oblige le système à fonctionner en permanence sur le point à puissance maximale du générateur une fois l'éclairement ou la température change. Le hacheur capte alors la puissance électrique absorbée selon une période d'échantillonnage, et commence à incrémenter ou décrémenter le rapport cyclique α pour annuler le gradient de la puissance P_e :

$$\frac{\delta P_e}{\delta \alpha} = 0 \quad (18)$$

L'onduleur à commande MLI naturelle possède une fréquence de sortie fixe en ajustant la fréquence de la modulatrice f =50 Hz.

On aura à déterminer la valeur momentanée du vecteur

$$X = [s \; K]^T \quad (19)$$

Solution du système d'équations:

$$F(X) = 0 \quad (20)$$

Formé par les équations (1), (5), (6), (7) , (9) et (10).

4. SIMULATION AVEC FREQUENCE VARIABLE

Sur la fig.5 est illustrée l'allure du rendement du moteur comme fonction de l'éclairement et pour f=50 Hz. On distingue que le moteur possède une valeur optimale du rendement η_0=0.71 avec un glissement s_0=0.02 obtenue pour l'éclairement nominal E = 1000 w/m². Une fois l'éclairement dévie de sa valeur nominale, le rendement se dégrade impliquant l'augmentation des pertes à l'intérieur de la machine.

Par un ajustement adéquat de la fréquence de sortie de l'ondleur f, la valeur η_0 du rendement peut être maintenu en accord avec le changement de l'éclairement.

Pour les conditions nominales, on a l'égalité suivante :

$$P_{MN} . \eta_0 = C_1 (1 - s_0)^3 f_N^3 \quad (21)$$

Si l'éclairement change, l'équation (21) devient :

$$P_M . \eta = C_1 (1 - s)^3 f^3 \quad (22)$$

Pour le maintien du rendement η_0 avec une valeur de glissement s_0; des équations (21) et (22), la nouvelle fréquence à la sortie de l'onduleur devient :[1]

$$f = \sqrt[3]{\frac{P_M}{P_{MN}}} f_N \quad (23)$$

Pour l'implémentation de l'algorithme, f désigne la fréquence de la modulatrice.

5. SIMULATION A FLUX CONSTANT

Pour l'obtention d'un couple élevé pour toute la gamme de vitesse, le flux d'entrefer Φ doit être maintenu constant. L'équation (13) montre que ceci peut être atteint en maintenant le quotient (E_a/f) constant. Pour compenser la chute de tension causée par la résistance statorique à basses vitesses, un boost de tension V_{mo} est ajoutée à la tension d'une phase. Pour des charges où le couple résistant varie en quadrature avec la vitesse (pompe centrifuge), la tension statorique est liée directement à la fréquence f par l'équation : [4]

$$V_m = V_{mo} + k.f_n \quad (24$$

Pour $0 \leq f \leq f_N$

Pour $f > f_N$, on passe au fonctionnement à puissance constante, où la tension statorique est maintenue à sa valeur nominale :

$$V_m = V_{mN} \qquad (25)$$

Pour le moteur et la pompe utilisés, l'équation (24) est identifiée selon la méthode des moindres carrés par les constantes :

$V_{mo} = 6.3366$ $k = 3.2485$ $n = 1.0965$

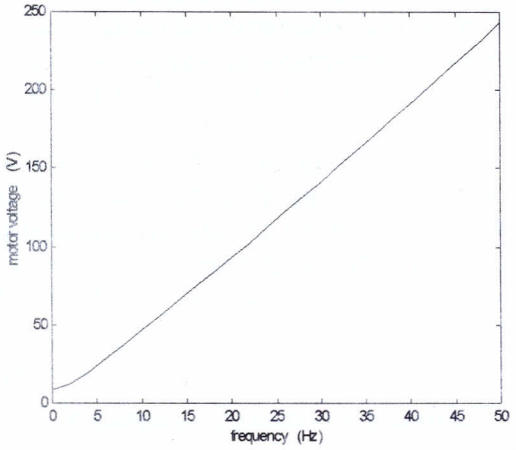


Fig.4 relation tension-fréquence pour un flux constant

Contrairement aux deux cas précédents, la tension V du générateur photovoltaique, et par conséquent la puissance extraite n'est pas contrôlée via la stratégie MPPT, mais par un accroissement linéaire de la tension V avec la fréquence f fournie par l'onduleur selon l'expression :

$$V = C_{10} + C_{11}.f \qquad (26)$$

Dans le plan I-V du générateur, La loi donnée par (26) peut faire fonctionner le système dans trois intervalles :

a - $V < V_{op}$ ⟶ $P_e < P_M$

b - $V = V_{op}$ ⟶ $P_e = P_M$

c - $V > V_{op}$ ⟶ $P_e < P_M$

L'étude faite dans [4] montre que si le cas (a) apparaît, un fonctionnement instable du système est constatée, alors que le cas (b) nécessite la présence du hacheur MPPT. Dans l'étude en cours, le cas (c) est alors adopté. Pour éviter de se trouver dans le cas (a), C_{10} ne doit pas être inférieure à V_{op} pour les basses fréquences, alors que C_{11} qui détermine l'inclinaison de la courbe ne doit pas être trop faible, évitant par conséquent de se dévier considérablement du cas (b).

Pour notre système étudié :

$C_{10} = 260$ $C_{11} = 0.4$

L'équation (26) doit vérifier l'équation I-V du générateur, et par conséquent :

$$V_{th}.\ln\left(\frac{I_{cc} - I + I_o}{I_o}\right) - I.R_s = C_{10} + C_{11}.f \qquad (27$$

Pour l'extraction des performances pour ce mode de fonctionnement, on détermine la valeur momentanée du vecteur :

$$Y = [s\ f\ I]^T \qquad (28)$$

Solution du système d'équations :

$$F(Y) = 0 \qquad (29)$$

formé par les équations : (1), (7), (9), (10), (24), (26) et (27).

La résolution étant achevée, la quantité journalière pompée est déterminée par :

$$M = \int_{4r} Q dt \qquad (30)$$

6. RESULTATS DE SIMULATION :

Les lois de commande élaborées dans les sections 3, 4 et 5 ont été appliqué aux données d'un banc d'essai installé à de Batna, qui consiste en deux réservoirs amont et aval, séparés par une canalisation de refoulement de hauteur géométrique $H_g = 7.4$m.

Sur les figures (5) à (10), on expose un ensemble de caractéristiques définissant les performances des trois systèmes comme fonction de l'éclairement et pour une température des cellules $T_c = 25°c$.

Commentaires :

- La fig.5 représente le rendement du moteur pour les trois techniques utilisées. De cette dernière, on remarque que :

Le rendement optimum $\eta_0 = 0.71$ est maintenu pour le système dit 'à rendement amélioré'. La loi de commande (eq.22) agit en grande partie sur la minimisation des pertes fonction de la fréquence (pertes fer et pertes de frottement). Le système à flux constant présente des valeurs acceptables du rendement ($\eta_m \sim 0.6$) pour les éclairements supérieurs à $E_2 = 400$ w/m². Une amélioration pourra être apporté par un fonctionnement à flux variable, en particulier pour les bas éclairements

(fonctionnement en défluxage).

- Sur la fig.6 est illustrée la courbe du glissement pour les deux simulations

effectuées. On remarque que pour le système à fréquence fixe, seulement pour la gamme de glissement où $s < s_b$ le fonctionnement du moteur est stable, alors que pour les points où $s > s_b$, la vitesse de la machine est le siège d'oscillations indésirable affectant la stabilité de fonctionnement. Contrairement, les deux autres systèmes fonctionnent en permanence au début de la partie stable de la caractéristique couple-vitesse ($s=s_0$ pour le système optimisé et $s \sim 0.015$ pour le système à flux constant), évitant par conséquent le décrochage de la machine.

• De même, la fig.7 caractérise les allures du débit de la pompe. On extrait deux remarques :

1- La pompe arrive à vaincre la hauteur géométrique et commence à délivrer l'eau à un éclairement plus bas pour les deux systèmes à rendement amélioré et à flux constant (E= 320 w/m² et E= 320 w/m² respectivement); alors que ceci n'est atteint que pour un éclairement E= 740 w/m² pour le système fonctionnant à fréquence fixe.

2- La courbe du débit pour les deux systèmes précités se situent pour toute la gamme d'éclairements au dessus de celle du système à fréquence fixe. Par conséquent, on augmente la quantité journalière pompée. Cette dernière et suivant une intégration numérique de l'équation (30) a été trouvé :

- Système à fréquence fixe : M= 10.49 m^3 .
- Système à flux constant : M= 28.84 m^3 .
- Système à rendement amélioré : M= 31.14 m^3.

• La fig.8 représente la courbe de la fréquence d'alimentation f, où on constate qu'au fur et à mesure qu'on s'éloigne de l'éclairement nominal, les lois de commande (eq.30 et eq.35), obligent la fréquence à diminuer, et ce pour :

1- maintenir le glissement s à sa valeur optimale s_0 pour le système à rendement amélioré, et sur la partie stable de la caractéristique couple-vitesse pour celui à flux constant.

2- améliorer le rendement du moteur pour le premier système, en diminuant le courant de magnétisation, et en particulier pour les faibles vitesses.

• La fig.9 montre l'allure du rendement de la pompe, où on remarque qu'une amélioration de ce dernier a été portée par les deux systèmes à fréquence variable. Cette amélioration se fait sur deux volets :

1-Optimisation du rendement manométrique en minimisant les pertes de charges à l'intérieure de la pompe.

2-Optimisation du rendement volumétrique en maximisant le débit de la pompe.

• La fig.10 représente les puissances électriques consommées par les trois systèmes en fonction de la tension du générateur, où on constate que pour le système à flux constant , et grâce à la technique décrite par l'équation (35), la puissance consommée est étroitement proche de celle maximale absorbée par les deux autres systèmes. Par voie de conséquence, l'implémentation sera économiquement plus allégée.

6. CONCLUSION :

Une étude comparative de trois systèmes de pompage photovoltaique basés sur un moteur à induction à cage a été décrite dans ce travail. Les lois de commande suggérées ont montré que si le critère d'optimisation cible l'amélioration du rendement du moteur, le système dit ' à rendement amélioré' est souhaitable. En contre-partie le système fonctionnant à flux constant est économiquement plus prometeux du moment qu'il fait abstraction du circuit MPPT, et augmente d'autre part la quantité journalière pompée. On note en outre que les deux systèmes précités assurent un fonctionnement stable pour toute la gamme de l'éclairement.

NOMENCLATURE

V : tension du générateur (V).
I_{cc} : courant de court-circuit (A).
V_{th} : tension thermique (V)
I_o : courant de saturation inverse (A)
R_s : résistance série (Ω).
E : éclairement (w/m²).
I_{op} : courant optimum du générateur solaire (A).
V_{op} : tension optimale du générateur (V).
P_M : puissance électrique maximale extraite (w).
U : tension de sortie de l'hacheur (V).
V_m : tension simple du moteur.
r_1 : résistance d'une phase statorique du moteur (Ω).
r_2 : résistance d'une phase rotorique rapportée (Ω).
r_m : résistance de magnétisation (Ω).
x_1 : réactance de fuites d'une phase statorique (Ω).
x_2 : réactance de fuites rotorique rapportée (Ω).
x_m : réactance de magnétisation.
$x_{11}= x_1+ x_m$: réactance cyclique statorique (Ω).
$x_{22}= x_2+ x_m$: réactance cyclique rotorique (Ω).
s : glissement.
ω_s : pulsation statorique .
N : nombre de spires par phase.
k_w : facteur d'enroulement.
H : hauteur manométrique totale (m).
Q : débit (m^3/h).
ρ : masse volumique de l'eau (kg/m^3).
g : accélération de la pesanteue (m/s^2).
H_g : hauteur géométrique (m).
t_{sr} : temps correspondant au levé du soleil (h).
t_{ss} : temps correspondant au couché du soleil (h).

REFERENCES

[1] : Y. Yao, **P. Bustamente and R.S. Ramshaw,**
'Improvement of induction motor drive systems supplied by photovoltaic arrays with frequency control', IEEE Transactions on Energy conversion, Vol 9, No. 2, 1994.

[2] : D.Weiner and A.Levinson, *'water pumping optimal operation'*, Electrical machines and power systems, Vol 24, No. 3, pp 277-288, 1996.

[3] : K.Khousem and L.Khousem , ' *optimum matching of direct-coupled electromechanical loads to a photovoltaic generator*', IEEE transactions on Energy conversion, Vol 8, No.3, 1993.

[4] :Duzat.R, ' *Analytic and Experimental investigation of a photovoltaic pumping system*', PhD – work, Oldenburg university, Germany 2000.

[5] : J.M.D.Murphy and F.G.Turnbull, *'power Electronics control of AC motors'*, Permagon Press 1985.

[6] : A.Betka, A. Moussi and B. Azoui, *'Optimum design of photovoltaic pumping system'*, UPEC99, Leicester UK, 1999.

ANNEXE

- **Moteur à induction:** 380 V, 2.5 A, 1Kw, $x_1=x_2= 15.7\ \Omega$
  $x_m = 586\ \Omega$, $r_1=22.5\ \Omega$, $r_2=7.87\ \Omega$, $r_m=1.127$ K Ω.
- **Pompe Centrifuge :** 14 m, 2.59 l/s, 521w, 3000 tr/mn.
- **Banc d'essai** : réservoir amont de volume égal à $2.25m^3$, celui en aval de 0.6 m^3 . Le diamètre de la canalisation de refoulement est de 60mm.

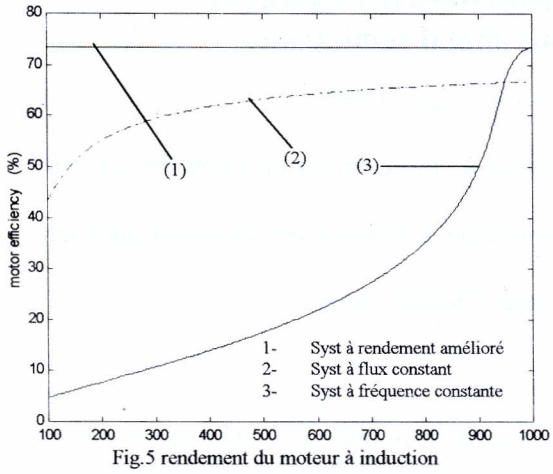


Fig.5 rendement du moteur à induction

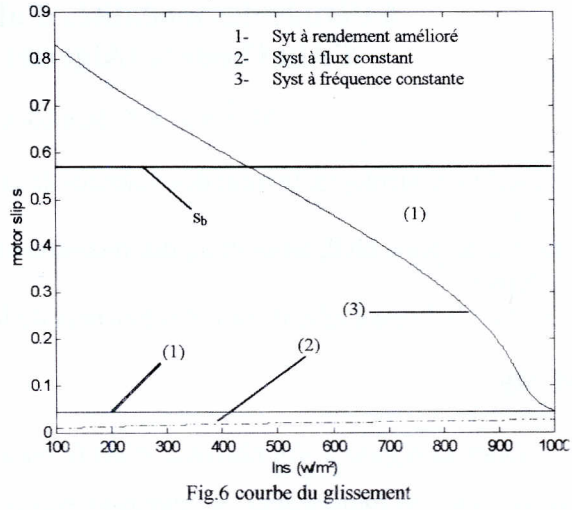


Fig.6 courbe du glissement

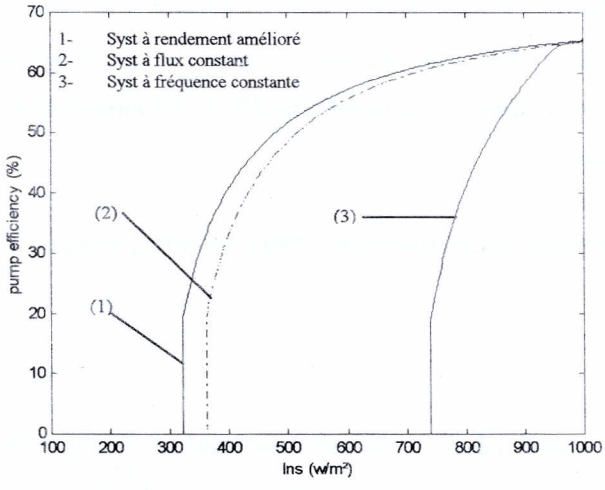


Fig.7 Allures du débit de la pompe

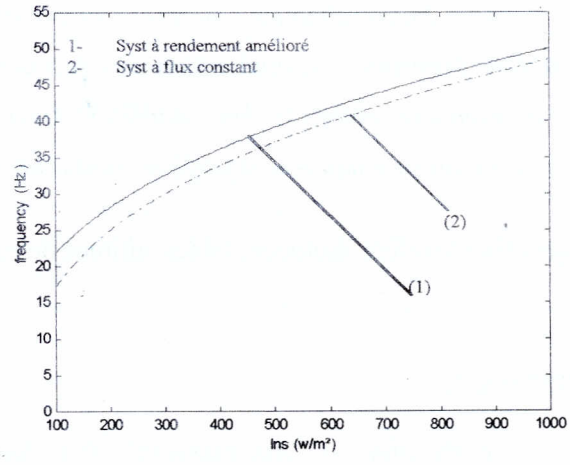


Fig.8 Allures des fréquences

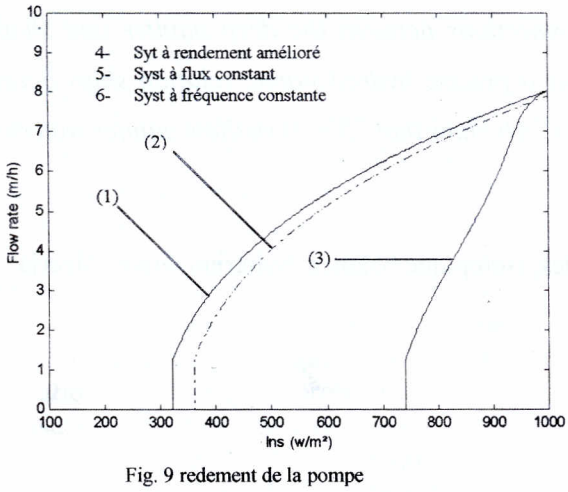


Fig. 9 redement de la pompe

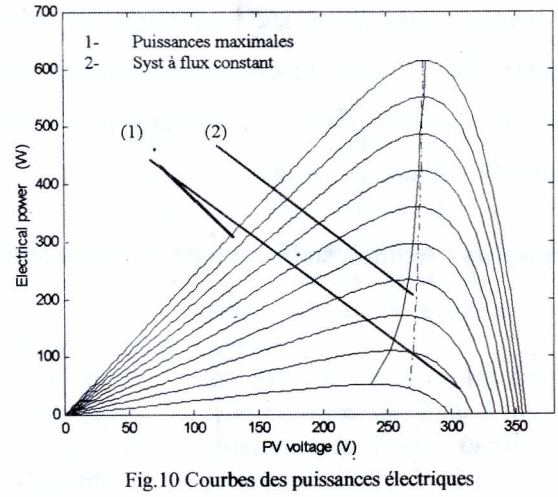


Fig.10 Courbes des puissances électriques

Apports des isotopes stables et radioactifs à l'étude des modalités d'alimentations des aquifères d'Ain Oussera (Algérie) sous climat semi-aride.

Mebrouk. N * Stamboul. M ** et Issaadi. A ***

* Dépt d'hydrogéologie, Institut des Sciences de la Terre et d'aménagement du territoire, Univ. d' Oran.

** Institut de génie civil, laboratoire des ressources hydraulique, Centre universitaire de Laghouat, Algérie

*** Dépt d'Hydrogéologie, Institut des Sciences de la Terre, USTHB, Alger.

RESUME :

Dans la région d'Ain Oussera, c'est le secteur localement qualifié de plaine qui rassemble les ressources les plus importantes en eaux souterraines contenues essentiellement dans l'Albien gréseux. Les données piézomètriques montrent la possibilité d'interconnexion entre l'aquifère profond et l'aquifère superficiel. L'application des techniques isotopiques, permet de préciser les relations hydrodynamiques entre ces deux aquifères. Ainsi, les teneurs en isotopes stables (^{18}O) montrent que 75 % des eaux de l'aquifère superficiel sont d'origine Albien.

Mots clés : Aquifère, isotopes stables, altitude de recharge, bilan isotopique, Atlas Saharien, Algérie.

ABSTRACT :

In the area of "Ain Oussera", it is the sector which is locally qualified as a plain that assembles the most important underground water resources contained mainly in the sandy Albian. The piezometric data shows the possibility of interconnections between the deep aquifer and shallow aquifer. The application of isotope technics, allows a precise hydrodynamic relation ships between these two aquifers. Thus the stable isotope contents (^{18}O) show that 75% of shallow aquifer waters are originally Albian .

Keywords : Aquifer, stable isotope, recharge altitudes, isotopique balance, Saharian Atlas, Algeria

I. INTRODUCTION

Enserrés par les chaînes Atlasiques et telliennes, ennoyés sous un épais manteau détritique en place après le Miocène, les Hauts Plateaux algériens constituent un domaine particulier caractérisé par :

- Sa morphologie, marquée par la présence de nombreuses cuvettes de dimensions variées.
- Son hydrologie, l'endoréisme y est la règle et les oueds nés sur les contreforts atlasiques ou telliens n'ont souvent d'autre issue que les Dayas, Sebkhas ou Chotts qui parsèment la surface des Hauts Plateaux.
- Son hydrogéologie, aux aquifères liés aux formations Mio – Plio – Quaternaire, s'opposent les aquifères profonds installés dans les séries du Crétacé ou du Jurassique.

  Les liens entre eaux superficielles et eaux profondes sont généralement très étroits et le plus souvent leur étude se résumera à celle d'un aquifère monocouche.

Dans la région d'Ain Oussera, c'est le secteur localement qualifié de plaine qui rassemble les ressources aquifères les plus importantes.

Depuis plusieurs années, le problème de l'alimentation et des relations des différents aquifères

préoccupe les services de l'hydraulique. Il se pose notamment pour l'alimentation de l'aquifère superficiel du Mio – Plo – Quaternaire et sa relation avec l'aquifère Albien qui constitue la ressource la plus importante de la région.

Aucune étude isotopique n'ayant été effectué auparavant, notre objet sera de préciser les conditions de fonctionnement en milieux aride d'un aquifère né du mélange d'eaux souterraines superficielles et profondes.

L'application des techniques isotopiques (^{3}H, ^{18}O et ^{14}C) a été tentée pour déterminer les zones d'alimentations de l'aquifère superficiel et sa relation avec les nappes profondes.

Pour discuter cette hypothèse deux campagnes de prélèvement ont été réalisées sur un certain nombre de points d'eau de la région de Ain Oussera. Le dosage des teneurs en isotopes était destiné à apprécier la relation entre les différentes aquifères, l'importance des transits souterrains, l'ampleur des réserves susceptibles d'occuper le sous-sol dans la région.

II. CONTEXTE HYDOGEOLOGIQUE

La plaine d'Ain Oussera montre un relief relativement peu tourmenté. L'altitude y varie de 700 à 800 mètres. Elle augmente faiblement du nord au sud. Les dépôts du Mio – Plio – Quaternaires, essentiellement formés par des conglomérats et poudingues bien perméables, sont très étendus dans la plaine, plus de 600 puits, dont la profondeur varie de 3 à 50 mètres, sollicitent ces formations.

L'eau de cette formation présente des qualités physico – chimiques assez bonne, le résidu sec moyen est de 1,5 g/l.

Une seconde ressource de moindre importance est constituée par l'aquifère des calcaires turoniens dont la profondeur varie de 15 à 50 mètres au niveau de la plaine à plus de 570 m vers le nord (forage d'El Khachem), le débit d'exploitation est très faible.

Les dépôts du Cénomanien servent partout de mur à cet aquifère, dont le rendement très bas, la profondeur considérable du gisement et la forte minéralisation, font qu'il n'offre guère de prospection encourageante pour la région.

Toutes les études réalisées jusque-là, aussi bien celles de l'ANRH (agence nationale des ressources hydriques) d'Alger, depuis 1960, que le projet de prospection et de recherche scientifique sur la vallée de l'Oued Touil, réalisé par une équipe soviétique (1967) et par Ayad A (1984), ont confirmé la présence d'un aquifère important dans l'Albien.

Dans la plaine d'Ain Oussera, l'Albien est constitué par des grès continentaux perméables.

Cette formation affleure en plusieurs points sur la plaine, tandis qu'ailleurs, le toit de l'aquifère est proche de la surface du sol. En outre, à l'inverse de la formation aptienne, l'Albien se montre peu cloisonné par les argiles. Plusieurs forages, d'une profondeur de 100 à 300 mètres, captent ces grès albiens.

Les débits varient de 20 à 75 l/s et les débits spécifiques sont de l'ordre de 2 à 5 m/l/s. L'eau est généralement de bonne qualité et présente un résidu sec inférieur à 1 g/l.

L'autre aquifère profond localisé dans le Barrémien est moins connu, seul un forage profond de 500 mètres a permit de confirmer la qualité du réservoir. Cependant, l'eau est inutilisable, son résidu sec étant de 3,9 g/l.

L'étude piézomètrique a permit de délimiter deux grandes zones d'écoulements : Un secteur à écoulements convergents, à l'Est de la plaine. Un autre à écoulements divergents, à l'Ouest de la plaine. Ces écoulements sont drainés par les oueds de la région avec des gradients hydrauliques plus faibles à l'Est qu'à l'Ouest.

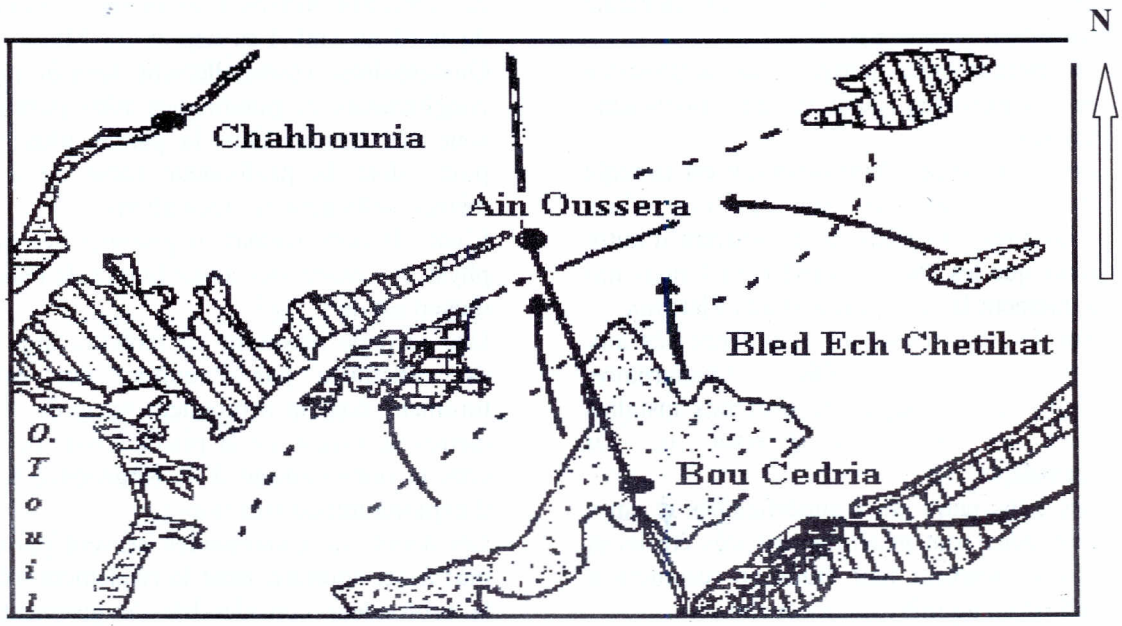
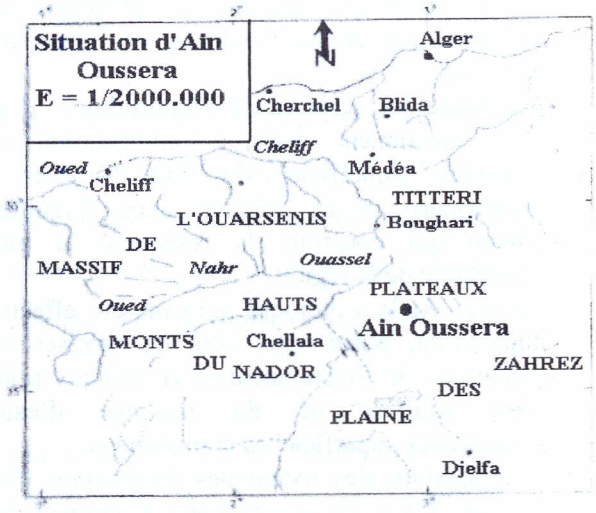


Fig. n° 1 : Carte hydrogéologique schématique de la région d'Ain Oussera.(Les flèches indiquent la circulation présumée dans l'aquifère Albien)
Schematic hydrogeological map of Ain Oussera. (arrows indicate the supposed flow in the Albian aquifer)

1 2 3 4 5

1 – Quaternaire : Croûte calcaire, argiles et galets.
2 – Cénomano – Turonien : Calcaires et marnes.
3 – Albien : Grés et marnes.
4 – Aptien : Calcaires et argiles.
5 – Barrémien : grés, argiles gréseuse, dolomies.

alimentation albienne
zone de mélange



III. RESULTATS ET INTERPRETATION :

Les analyses ont été effectuées au laboratoire d'hydrologie isotopique du H.C.R (haut commissariat à la recherche, Alger).

1.TENEURS EN ISOTOPES DANS LES EAUX DE PLUIE : TENEURS EN TRITIUM ET OXYGENE 18 :

Les analyses des eaux réalisées entre Mai 1990 et Mars 1991 ont montré des variations de la teneur en Tritium comprises entre 4 et 16 U.T et – 9.0 à + 9.0 $^{0}/_{00}$ pour ^{18}O, la valeur la plus élevée apparaît en Août 1990, tandis que la plus faible se montre en Janvier 1991 pour leTritium et en Février pour ^{18}O.
Dans la région d'Ain Oussera, l'irrégularité des précipitations et leur caractère aliatoire, influencent fortement la composition isotopique des eaux de pluie, qui montrent clairement l'effet de l'évaporation dans l'atmosphère. Cet état serait caractéristique des zones arides.
Conrad G et Fontes J.C (1970), suivie de Yousfi M (1984) ont réalisé des observations tout à faits semblables aux nôtres dans le Sud algérien (région de Beni Abbés) :

23 Avril 1968 pluie de 0.2 mm $^{18}O = + 13.6\ ^{0}/_{00}$
16 Octobre 1967 pluie de 21.7 mm $^{18}O = - 9.7\ ^{0}/_{00}$.

Ils admettent que :

- Les précipitations les plus chargées sont généralement les plus faibles.
- Les faibles pluies subiraient une évaporation au cours de leur chute, ce qui entraînerait un enrichissement en isotopes lourds.

Date	Tritium (U.T)	Oxygène $18^{0}/_{00}$
Mai 1990	13.9 + 1.3	+ 0.6
Juin	11.2 + 1.1	+ 1.5
Juil	15.1 + 1.3	- 1.6
Aout	13.4 + 1.2	- 2.5
Sept	11.4 + 1.1	- 2.6
Oct	7.3 + 0.9	- 2.0
Nov	6.1 + 0.9	- 4.7
Dec	6.8 + 0.8	- 5.7
Janv 1991	4.6 + 0.7	- 5.0
Fev	7.2 + 0.9	- 9.0
Mars	8.7 + 1.2	- 4.5
Avril		+ 1.33
Mai		- 2.3
Juin		- 0.7
Juil		+ 8.7
Aout		+ 9.4
Sept		- 1.5
Oct		- 4.4
Nov		- 5.3
Dec		- 4.9

Tableau n° 1 :Résultats des analyses isotopiques des précipitations de la région d'Ain Oussera.
Results of isotopic analyses of tne Ain Oussera area Precipitations.

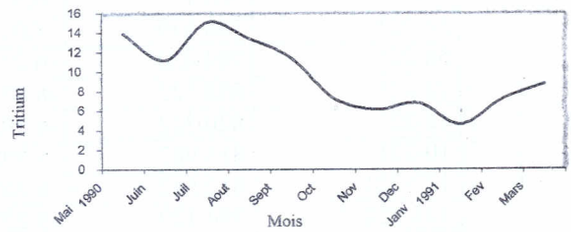


Fig. n° 2 : Teneurs en ^{18}O des précipitations. (mai 1990 – dec 1991)
^{18}O contents and of precipitations

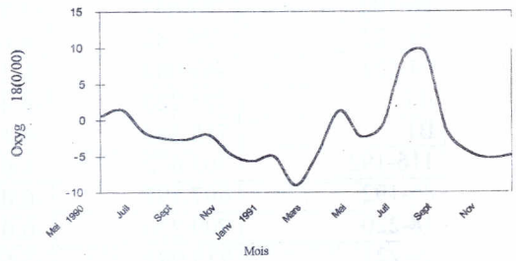


Fig. n° 3 : Teneurs en tritium des précipitations (mai 1990-mars 1991)
Tritium contents of precipitations.

2.TENEURS EN OXYGENE 18 DES EAUX DE PLAINE

Les valeurs élevées apparaissent généralement au niveau de la plaine, ce qui témoignent d'une recharge actuelle récente. Elles se rapprochent en outre, de la valeur moyenne en $^{18}O^{0}/_{00}$ des précipitations, calculées sur une années, et qui est égale à – 0.988 $^{0}/_{00}$. Les faibles valeurs se localisent au niveau des zones de recharge situées au sud de la plaine.

Nous avons tenté trois types de corrélations :

Entre les côtes piézométriques des différents points d'eaux de la plaine et leurs teneurs en ^{18}O, .

Le coefficient de corrélation R = 0.255 traduit une très mauvaise relation entre les deux paramètres.

Entre les altitudes des points d'eaux et leurs teneurs en ^{18}O , là aussi, la valeur R = 0.261 traduit une mauvaise relation.

Entre les altitudes des points d'eaux se trouvant à proximité de la zone de recharge et leurs teneurs en ^{18} O, R = 0.787, confirme la bonne relation entre ces deux paramètres.

L'équation de la droite qui permet d'apprécier les altitudes d'alimentation, au niveau de la zone de recharge, à partir de la teneur en ^{18} O est :

$$^{18}O\ ^{0}/_{00} = 0.0456\ H - 43.17$$

Ainsi les eaux de plaine sont alimentées à partir d'une tranche d'altitude (>800m), cette tranche d'altitude correspond aux affleurements des grés Albien.

N° point d'eau	Altitude (m)	^{18} O ‰	N° point d'eau	Altitude (m)	^{18} O ‰
P12	800.721	-6.978	84-221	695.718	-5.738
01-192	689.174	-6.721	02-220	735.065	-5.762
P9	705.919	-6.790	08-220	717.950	-6.293
P7	737.528	-6.686	102-221	715.007	-6.357
P10	788.278	-6.879	129-221	745.849	-5.477
60-221	755.330	-7.627	105-221	703.839	-6.433
59-221	799.713	-6.468	27-220	724.784	-6.085
52-221	765.177	-6.633	28-220	747.331	-5.518
34-221	766.849	-5.034	31-220	726.609	-5.896
58-221	794.020	-6.225	45-220	786.383	-5.969
22-221	858.522	-8.839	42-220	719.669	-5.533
18-221	820.322	-6.392	F4	693.875	-5.337
10-221	815.987	-5.898	23-220	771.185	-6.099
127-221	812.542	-6.265	15-251	870.664	-1.625
123-221	794.129	-5.227	16-251	827.033	-4.918
124-221	773.532	-4.822	08-251	795.054	-5.848
P4	753.514	-6.463	22-251	784.223	-5.959
P6	721.773	-6.666	09-251	793.077	-6.201
P3	767.612	-6.181	02-251	805.368	-5.655
42-221	714.399	-5.901	F626	767.183	-8.989
104-192	708.468	-5.776	51-250	755.800	-6.319
86-192	707.653	-5.863	127-250	793.360	-5.994
36-221	738.382	-6.649	128-250	784.042	-5.610
04-221	769.084	-6.192	101-250	770.500	-2.343
B4	725.220	-6.449	45-250	762.525	-6.436
B1	718.482	-6.151	87-250	789.155	-5.995
116-192	703.672	-6.077	21-281	820.168	-6.532
86-192	697.597	-6.009	13-281	828.663	-7.085
18-220	709.220	-6.013	36-281	777.794	-5.331
39-221	733.982	-5.623	130-219	753.642	-5.354
64-221	713.961	-6.770			

Tableau n° 2 : Résultats de l'analyse de l'oxygène - 18 des eaux de la région d'Ain Oussera.

Results of oxygen – 18 analyses of Ain Oussera area grounwaters.

BILAN ISOTOPIQUE :

L'altitude de recharge calculée suggère une participation des eaux de l'Albien à l'alimentation de l'aquifère superficiel du Mio – Plo – Quaternaire. Cette participation peut être quantifiée par l'utilisation du bilan isotopique (^{18}O) :

(1) $$\delta^{18}O_M = (1-X)\,{}^{18}O_P + X\,{}^{18}O_A$$

où $\delta^{18}O_M$ est la teneur en ^{18}O du mélange (aquifère du Mio – Plio - Quaternaire dans notre cas), $^{18}O_P$ celle de l'eau provenant des précipitations, celle des eaux de l'Albien est X, la fraction de l'alimentation fournie par les eaux de l'Albien.

La valeur de – 6,35 $^{0}/_{00}$ SMOW (valeur moyenne des eaux de l'Albien) a été adoptée comme représentative de la teneur en ^{18}O, elle correspond à la moyenne des échantillons prélevés au flanc Sud du synclinal d'Ain Oussera. L'incertitude dans la détermination des teneurs en ^{18}O est de – 0,2 %. La valeur moyenne du mélange est de – 5 $^{0}/_{00}$, celle adoptée pour les précipitations est - 0,988 $^{0}/_{00}$.

L'application numérique de l'équation (1) donne une valeur de X = 75 %. La plaine d'Ain Oussera est donc alimentée à 75% par les affleurements gréseux de l'Albien, alors que la contribution des précipitations est estimée à 25%.

3.TENEURS EN TRITIUM DES EAUX DE LA PLAINE :

Dans la plaine d'Ain Oussera, les teneurs en tritium des eaux varient entre 0 et 6.5 U.T. Les quelques échantillons analysés, quoique peu nombreux, nous paraissent donner une idée sur les Variations spatiales et saisonnières de la teneur en ^{3}H des eaux d'Ain Oussera. On distingue :

- des eaux anciennes, de teneur < 1 U.T qui caractérise les forages profonds(> à 150 m) captant les grés Albien.
- des eaux antérieures à 1952, de teneur < 2.4 U.T caractérise le mélange d'eau profonde et superficielle (80 m> profondeur< 150 m).
- et des eaux récentes, pour des teneurs > 2.4 U.T correspondant à des zones de recharge

L'alimentation de la nappe, par les eaux de pluie existe, mais elle parait très faible.

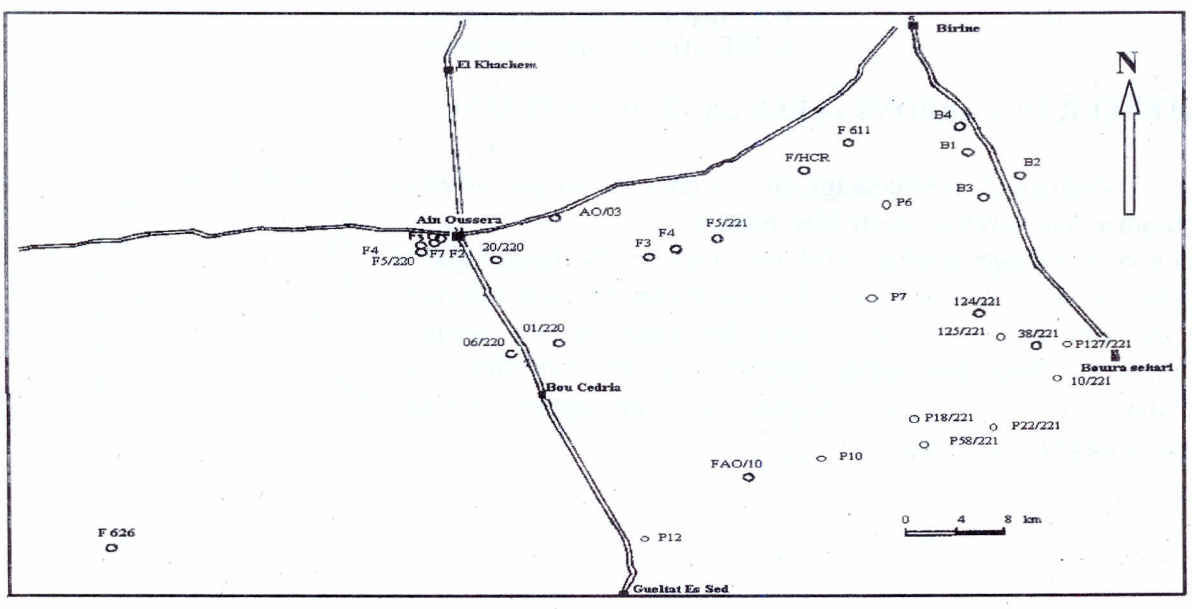


Fig. n° 4 : Localisation des points de prélèvement. The sampling sites.
F_4O Forage ou puits et son numéro et sa teneur en tritium.
Boring or well and its number and tritium contents.

Teneurs en Tritium et en ^{18}O de quelques échantillons de la plaine.				
	Mai 1990		Novembre 1990	
N° IRE	Tritium (U.T)	Oxygène 18	Tritium (U.T)	Oxygène 18
F4-220	0.1±0.6	-6.4	3.4±0.8	-6.6
F2-220	2.9±0.8	-6.7		
F5-220	0	-6.4		
F7-220	1.4±0.7	-6.7	0.9±0.7	-6.7
F3-220	0	-6.8	0.7±0.7	-6.5
06-220	0.6±0.7	-6.3	0	-6.5
01-220	0.4±0.5	-6.5	6.5±0.9	-6.5
20-220	0	-6.9		
38-221	3.6±0.8	-6.8		
124-221	1.0±0.7	-5.3		
125-221	0.8±0.7	-6		
B4	1.5±0.7	-7.5	1.1±0.7	-7.6
B3	0.2±0.6		0.1±0.7	-7.4
B2	2.1±0.8			
FAO-10	0	-7.6	1.0±0.7	-8
AO-03	0.4±0.5	-6.6		
F 611	0	-7.4	0	-7.1
F. HCR	1.0±0.6	-7.3	2.9±0.8	-7.6
F4-221	2.6±0.8	-6.1		
F3-221	1.4±0.7	-7.2	0.9±0.7	-7.6
F5-221			1.8±0.8	-7.5

Tableau n° 3 : Résultats de l'analyse isotopique des eaux de la région d'Ain Oussera.
Results of isotopic analyses of the Ain Oussera area grounwaters.
n° IRE : Inventaire des ressources en eau.
n° IRE : Water resources inventory.

4.TENEUR EN CARBONE 14 DES EAUX DE LA PLAINE :

L'examen du pourcentage en C_{14} dans les six piézomètres montre une variation nette des teneurs.
Le pourcentage le plus élevé est celui de P4, tandis que le plus faible correspond à P6. Le piézomètre P6 capterait donc une eau ancienne, tandis que les eaux de P4 seraient récentes. Pour les autres piézomètres, ce sont des eaux intermédiaires, d'origine ancienne, avec des apports récents en quantités variables.

N° point d'eau	C_{14} en %
P4	69.6
P6	19.8
P7	42.0
P10	22.9
P12	30.0
P15	31.0

5. CONCLUSION :

La composition isotopique des eaux de la plaine d'Ain Oussera varie aussi bien dans l'espace que dans le temps. Bien que nous ne disposions pas de teneurs en Deutérium, il est clair que les eaux de la nappe n'ont pas une origine unique.

La faible teneur en Tritium, le faible pourcentage en C_{14}, semble montrer que les eaux de la nappe sont généralement anciennes.

A l'inverse, d'autres valeurs concernant aussi bien l'oxygène 18, le Tritium, que le carbone 14 Témoignent de l'existence d'une recharge actuelle.

Les valeurs intermédiaires correspondent donc bien à des mélanges entres nappes profondes et superficielles.

BIBLIOGRAPHIE :

[1] **Abusada S. M. (1980) :** Quelques problèmes du gisement et de l'exploitation des eaux souterraines en zone aride : Koweit (Arabie Nord - Est). Thèse de Doctorat de Spécialité, 263 p, 7 fig, 46 tab.

[2] **Achi K. (1970) :** Etude hydrogéologique de la zone Nord - Occidentale du bassin du Hodna. Thèse Doctorat 3ème Cycle, Alger, 260 p, 31 Pl.

[3] **Allemoz M. et Olive Ph. (1980) :** Recharge of groundwaters in Arides Areas, Case of the Djeffara Plain in Tripolitania, Lybian Arab Jamahiriya. Pp 181-190.

[4] **Ayad A. (1983) :** Etude hydrogéologique de la nappe d'Ain Oussera, n° 83, DHYG. 011, 48 p (INRH, Alger).

[5] **Ayad A. (1984) :** Notice sur les caractéristiques hydrodynamiques de la nappe Albienne de la plaine d'Ain Oussera. n° 84,DHYG. 018 , 22 p (ANRH, Alger).,

[6] **Ayad A. (1983) :** Projet de champ de captage pour la nouvelle ville d'Ain Oussera n°84, DHYG. 032, 22 p (ANRH, Alger).

[7] **Ayad A. (1987) :** Exploitation des forages F4, F5, F6, F7 et F8 du champ de captage d'Ain Oussera. n°87, DHYG. 053, (INRH, Alger).

[8] **Ayad A. (1987) :** Rapport de fin de travaux des forages F4, F5, F6, F7 et F8 du champ de captage d'Ain Oussera. n°73, DHYG. 087, (INRH, Alger).

[9] **Bakacowics M, Blavoux B et Mawcin B (1974) :** Apport de traçage isotopique naturel à la connaissance d'un système karstique, J. of hydrology, 23, pp 141-158.

[10] **Bernard B., Bouger A., Chauve A. et Mudry. (1979) :** Utilisation des isotopes du milieu à la prospection de la chaîne karstique du Jura ; Revue de géologie dynamique et de géographie physique. Vol 21, Fasc 4, pp295-306.

[11] **Caratini C. (1967) :** Evolution paléogéographique et structurale de la régionde Chellala-Reibell. (Département de Médea et Tiaret, Algérie). Bull. Soc. Géol. De France (7), IX, pp 850-858.

ServEtude géologique de la région de Chellala –Reibell.Publ. Serv. Carte géol. Algérie, Alger, n. sér., n° 40, 2 vol., pp 1-311, 107 fig, 8 pl.

[13] **Conrad G. et Fontes J. Ch (1970) :** Hydrologie isotopique du Sahara Occidental. IAEA. SM 129/24.pp405-419.

[14] **Fontes J. Ch. (1976) :** Les isotopes du milieu dans les eaux naturelles. La houille blanche n°3/4. pp 205-209.

[15] **Fontes J. Ch. (1989) :** Isotopes et ressources en eaux. Hydrogéologie, n° 3. pp 135-142.

[16] Fontes J. Ch, Garnier J.M. (1976) : Correction des activités apparentes en Carbone 14 du Carbone dissous : estimation de la vitesse des eaux en nappes captives. Résumé C.R. Ann. SC. Terre. Soc. Geol. Fr. , p 170.

[17] Issaadi A. (1992) : Le thermalisme dans son cadre géostructural. Thèse Doctorat d'état, Alger, 274 p, 141 fig, 43 tab.

[18] Kabbaj A, Zeryoui I, Carlier et Marce A. (1976) : Contribution des isotopes du milieu à l'étude des grands aquifères du Maroc IAEA, VIENNE, pp 492-510.

[19] Laggoun R. et Mancet J.C. (1971) : Alimentation en eau potable d'Ain Oussera, exécution d'un forage d'exploitation, Compte rendu de fin de travaux. 11p, 7 pl. (S.E.S, Alger).

[20] Lapchini N. (1976) : Alimentation en eau d'Ain Oussera. n° 72, Hyg. 72. 5 p (D.E.M.R.H, Alger).

[21] Luppi G. M. (1980) : Rapport on the environmental isotope investigation in Djeffara plaine, A.I.E.A.

[22] Manset J. C. et Tonnon J.N (1967) : Etude hydrogéologique à l'aérodrome d'Ain Oussera, N° 21. 10/DH. 1. 4 p, 2 pl. (S.E.S, Alger).

[23] Mook W.G. (1976) : The dissolution – exçhange model for dating groundwater with ^{14}C. In « Interpretation of environnemental isotop and hydrochemical data in groundwater hydrology », IAEA, VIENNA, pp 213-225.

[24] Moussu H. et Vuillaumi Y. (1972) : Etude par la méthode isotopique de la nappe des sables « Maestrichtien » et du Continental Terminal du Sénégal. 35 p.

[25] Pearson F.J.Jr et Hamshaw B.B. (11970) : Sources of dissolved carbonate species in grounwater and their effect's on Carbone 14 dating. In « Isotopes in hydrology 1970 », proceed symp. IAEA, VIENNA, pp 271-286.

[26] Souag M. (1985) : Etude hydrogéologique, hydrochimique et isotopique des massifs carbonatés septentrionaux de la région de Constantine. Thèse Doctorat 3ème cycle, Université de Paris Sud, 195 p.

[27] Strojexport. (1979) : Etude géophysique de la région d'Ain Oussera à Ain El Hadjel, 30 p, 7 pls

[28] Yousfi M. (1984) : Etude géochimique et isotopique de l'évaporation et de l'infiltration en zone non saturée, sous climat aride, Beni Abbès, Algérie. Doct. 3 ème cycle, Alger, 97 p, 56 figs.

Instructions aux auteurs

Généralités

La revue accepte tout article présentant de nouvelles études sur tout aspect de recherche fondamentale appliquée ou de développement.

L'article peut être de nature scientifique ou technique.

Quand un auteur reprend une figure, une photographie ou un tableau provenant d'une autre source (autre publication), il doit indiquer l'origine du document après avoir obtenu au préalable le droit de reproduction.

Langue

Les articles peuvent être rédigés en arabe, en anglais ou en français.

Présentation du manuscrit

être saisi sur du papier standard (préférence A4) en double interligne avec des marges de 3 cm de chaque côté et en recto seulement.

Le manuscrit doit en général comprendre dans l'ordre suivant :

1) page du titre : titre , contient :

- le titre de l'article qui doit être aussi explicite que concis ;
- le nom des auteurs et leur affiliation ;
- l'adresse complète et le e-mail si possible.

2) page du résumé : la page du résumé comprend :

- le titre de l'article ; le résumé en français et en anglais, chaque résumé ne doit pas dépasser 250 mots.
- Les mots clés.

3) Nomenclature : tous les paramètres cités dans le texte doivent être définis et les unités utilisées reportées. Les symboles utilisés doivent être de type standard (ISO par exemple). Les unités doivent conformes aux système international.

4) Texte : le texte doit être divisé en chapitres ayant chacun un titre. Les chapitres et sous-chapitres doivent être numérotés en chiffres arabes.

5) Remerciements : s'il y a lieu.

6) Références : les références doivent être identifiées dans le texte à l'aide de chiffres arabes entre crochets.
Elles sont groupées en fin d'article dans leur ordre d'apparition

7) Annexes : afin de ne pas perdre de vue les idées principales, les analyses mathématiques subordonnées au thème principal et susceptibles d'éclairer les lecteurs de l'article devront être détaillées en annexe.

8) Figures : les illustrations doivent être numérotées dans le texte en chiffres arabes entre parenthèses, chaque figure doit être aussi explicite que possible. Les légendes sont regroupées sur des feuilles séparées.

9) Tableaux : ils doivent être inclus dans le manuscrit et numérotés en chiffres arabes dans l'ordre de leur apparition dans le texte.

10) Equations : elles doivent être numérotées en chiffres arabes entre parenthèses, au bord de la marge droite. Les vecteurs doivent apparaître en gras. Une attention particulière doit être accordée aux différents symboles utilisés afin de ne pas les confondre : exemple le chiffre 0 de la lettre O , le chiffre (1) de la lettre (I), la lettre romaine V (v) et la lettre grecque (υ).

Soumission du manuscrit

Le manuscrit doit être envoyé en quatre (04) exemplaires à l'adresse du centre. L'article ne doit ni avoir fait l'objet d'une publication antérieure, ni simultanément soumis (ou publié) dans d'autres revues. Chaque article doit être complet et dans sa forme finale.

Evaluation du manuscrit

Tout manuscrit est soumis à l'avis de trois (03) experts qui jugent de l'intérêt de sa publication. Ces experts peuvent demander des modifications ou des compléments aux auteurs. Dans ce cas, les manuscrits doivent être corrigés et retournés. Toutefois, aucune modification majeure ne sera acceptée à ce stade de la publication. Seuls les articles ayant reçu un avis favorable seront accepté pour publication.

Pour tout article accepté pour publication, le manuscrit définitif doit être accompagné de la disquette saisie.

Guidelines for authors

General

The journal accepts articles presenting unpublished works on any aspects of fundamental applied or development research.
The article may be of scientific or technical character.
Authors should start up figures, photographs or tables borrowed from other publications. They should indicate the origin of the document after having permission of reproduction. No reproduction may take place without the written permission.

Language:
Articles should be written in Arabic – French or English.
Guidelines for preparing manuscripts: they should be typed n good quality standard paper using (A 4 paper) double line spacing should be adapted. Margins 3cm all around left and right, but should be printed on one side of the sheet.

Manuscripts should be prepared according to the following guidelines:

1) The title's page should contain :
the title's paper should be presented a clear , attractive , explicit and concise form
Authors names and their affiliations to be provided
Adding their addresses , and e-mail .

2) Summary's page : the summary's page includes:
The title , the abstract should not exceed 250 words and should be written in both French and English

3) Word list: all parameters already mentioned in the text should be in a clear and definite form, using post-poned units, symbols should be in a standard style (for instance iso). units should be in accordance with international system

4) Text: the text should be dived into chapters, with a title each one. chapters and sub-chapters should be numbered in Arabic numbers .

5) Acknowledgments **:** if required

6)References **:** a numbered system of references is required , they should be identified in the text thanks to Arabic numbers in parenthesis , they are listed immediately in the end of the text under the main heading .laid out in the order of appearance .

7)Annexes : let's hope have don't lost the main ideas , mathematical analysis subordinate to the main theme and which could help readers of articles ,they should be detailed in annexes

8)Figures *:* all illustrations should be numbered in Arabic numbers consecutively in parenthesis in a clear and concise form.

9)Tables: they should be included in the manuscript in Arabic numbers and presented in the right order of appearance in the text .

10)Equations: should be numbered consecutively in Arabic numbers in parenthesis using the right margin, vectors should be in bold. a particular attention should be paid to different symbols used in order to avoid confusion: for instance the number O with the letter O, the number (I) with the letter (I), the roman letter V(v) and the Greek letter (v).

Submission of the manuscript:
Manuscripts should be sent in (4) exemplaries to the center's address .Articles should not be already submitted (or published) simultaneously in other reviews.

Evaluation of the manuscript:
Manuscripts should be submitted to (3) experts in order to evaluate the significance of the publication. Experts could ask for modifications or further information from authors. in this case, manuscripts should be corrected and sent back. However, major modifications won't be accepted at this stage of the publication. only articles considered appropriate are accepted for publication.
For accepted articles final manuscripts should be submitted with a floppy disk.

bjectifs

*La revue : « **Journal Algérien des Régions Arides** » est une revue spécialisée dans le développement global en Régions Arides. Elle traite de sujets à caractère appliqué :*

- *Des articles qui permettront de mieux appréhender les phénomènes liés à l'aridité et à la désertification.*
- *La recherche de solutions de problèmes liés au terrain après un diagnostic préalable.*

Les informations et les connaissances permettront une orientation vers des axes de recherche à développer avec le concours de tous les chercheurs et les acteurs sur le terrain : universitaires, chercheurs, ingénieurs, administrateurs des services de l'agriculture, de l'équipement, de l'hydraulique...

*La revue : « **Journal Algérien des Régions Arides** »*
Sera destinée aux ingénieurs, chercheurs, technologues et homme de terrain (agriculture, urbanisme et aménagement du territoire, spécialiste en étude de la steppe...), télédétection, cartographie et autres gestionnaires qui auront le responsabilité du maintien de l'équilibre écologique présent et futur ainsi que de la préservation de la steppe et de son environnement végétal et humain ainsi que du milieu oasien dans une stratégie lié à la biodiversité et du développement durable.

BULLETIN D'ABONNEMENT

JOURNAL ALGERIEN DES REGIONS ARIDES

Abonnement

(1 an = 2 numéros)

OUI Je m'abonne au Journal Algérien des Régions Arides

- ☐ Algérie : 900 DA
- ☐ Europe : 16 €
- ☐ Autres pays : 26 $

Je joins mon règlement d'un montant

☐ par chèque ☐ par virement à l'ordre de CRSTRA

Compte Bancaire N° : **5662063-S BEA Biskra**

Date : .....Cachet et signature :

☐ M. ☐ Mme ☐ Mlle :

Nom :.....Société/Organisation :.....

.....

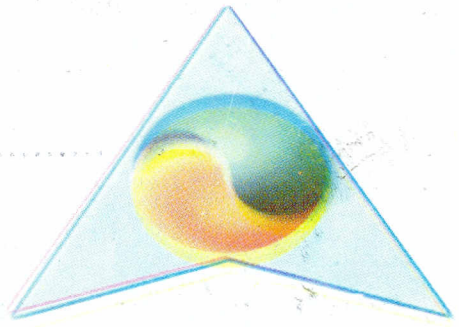
Adresse .....

CP :.....ville : .....

Téléphone :.....Fax :.....

E-mail :.....

Adressez ce bulletin à : Centre de Recherche Scientifique et Techni0que sur les Régions Arides (CRSTRA)
Front de l'Oued BP 1682 07 000 Biskra, Algérie



C.R.S.T.R.A

La seule bataille perdue
et celle qu'on n'a jamais engagé

Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions
Arides (CRSTRA)
Front de l'Oued BP 1682 07000 Biskra, Algérie

Tél./Fax : 033 73 42 14
033 74 18 15
e-mail : crstra_biskra@yahoo.fr
crstra@netcourrier.com