JOURNAL ALGERIEN DES REGIONS ARIDES

ALGERIAN JOURNAL OF ARID AREAS

Revue annuelle

N° 4 JUIN 2005

ISSN 1112-3273

Objectifs

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 aux problèmes liés au terrain après un diagnostic préalable.

Les informations et les connaissances pourront orienter la recherche vers des axes à développer avec le concours de tous les chercheurs et les acteurs sur le terrain.

La revue : « Journal Algérien des Régions Arides » est destinée aux chercheurs, ingénieurs, technologues et spécialistes dans les domaines relatifs aux zones arides et autres gestionnaires qui auront la responsabilité du maintien de l'équilibre écologique présent et futur ainsi que de la préservation de la steppe et du milieu oasien dans une stratégie liée à la biodiversité et au développement durable.

Objectives :

The review : « Journal Algérien des Régions Arides » is a specialised journal in global development in arid regions.It leads to topics having applicated character:

- Articles which allow better apprehending phenomena relating to aridity and desertification.
- Research of appropriate solutions to practical problems after early diagnosis.

Information and skills helping in orientation towards research axes to be developed with the support of all researchers and those with practical experience.

The review JARA is destinated to , researchers, ingeneers, technologists,and specialists in different fields relating to arid areas and other managers assigned to take responsabilities regarding present and future ecological balance as well as steppe preservation, including the oasis surroundings, by formulating a strategy in relation with biodiversity and sustainable developpement.

Responsable de la publication **: Pr.** KHAMMAR Farida

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 Mohamed Taher. Maître de Conférence (Université Constantine)
BENCHIKH Lehoucine S. ; Professeur (Département de l'hydraulique Université de Blida)
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).
DAOUD Youcef,Professeur, Institut National Agronomique d'Alger
DELGADO ENGUITA Ignacio, Professeur (Institut d'Agronomie. Saragosse -Espagne).
DJABRI Larbi., Professeur (Université Annaba –Algérie).
DJEBAR Mohamed Reda, Professeur (Université Annaba –Algérie).
DUBOST Daniel, Professeur (Université Angers - France).
EL KHATHIRI Mohamed Achour, Professeur (University of HADRAMOUT– Yémen).
GADDES Nour Eddine, Professeur (FAO – Egypte).
GHAZI El Karaki, Professeur (University of Science and Technology 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 Nacira , Professeur (Université d'Oran –Algérie).
MAAROUF Nadir, Professeur (université de Picardie, France)
MESBAH M. Professeur (USTHB).
MOREAU François, Professeur (Labo. MAZLIAK Université Paris VI – France).
MOUFFOK Fawzia , Professeur (Institut Pasteur Alger).
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 local :
CHALABI Halim, chef Service de documentation, CRSTRA
HANAFI Asma , Service documentation, CRSTRA

Sommaire

01-09

Characterization of Algerian raw camel's milk : identification of dominant lactic acid bacteria and proteins analysis

[2] Djamel SAIDI *[1]Mebrouk KIHAL,* Abed HAMAMA, **[2]Abdellah CHEKROUNE, *Djamel Eddine HENNI and **[2] Omar KHEROUA.
*Laboratoire de Microbiologie Appliquée, **Laboratoire de Nutrition et Sécurité Alimentaire, Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université d'Oran. Bp 16 Es-senia 31100, Oran. Algérie.
***Departement HIDAOA, IAV. Hassan II. Rabat Maroc
[1]Chercheur associé au ANDRU-CRSTRA. [2]Chercheurs associés ANDRS

SUMMARY

The chemical composition of Algerian raw camel's milk is slightly rich in fat 34.4 ± 2.8 g.l^{-1}, proteins 33.1 ± 2.1 g.l^{-1}, lactose 45.1 ± 3.1 g.l^{-1}, ash 8.15 ± 0.15 g.l^{-1} and total solids 122.6 ± 0.12 g.l^{-1}. This composition varied by several factors such as feeding, breeds, milk yielding and the health of the animal. Our results showed that total casein proteins were higher than whey proteins. SDS-PAGE showed that casein proteins of camel's milk and cows' milk have the same molecular weight, about 24 kDa. The whey proteins of camel's milk were presented by 5 bands. Compared with cow's milk, camel's milk contents a little amount of β-lactoglobuline. The pH of raw milk decrease from 6.5 to 5.4 after 72 h of incubation at 30°C. The total count of lactic acid bacteria can reach 200 x 10^6 cfu ml^{-1} in MRS medium. Fourty strains of lactic acid bacteria were isolated from camel milk. The mesophilic group were represented by Lactococcus lactis subsp. lactis biovar. diacetylactis which is the dominant strain, L. lactis subsp. Lactis, L. lactis subsp. cremoris and L. lactis subsp. lactis biovar. diacetylactis produce more than 100 mM of lactic acid after 24 h of incubation at 30°C. The thermophilic strains were represented by two species, Streptococcus thermophilus and Enterococcus faecalis. From a technological point of view, the camel milk can be used as a source of new starters in the development of the industrial manufacture of these strains.

Key words: Camel's milk. Lactic Acid Bacteria. Proteins. Acidification.

RESUME

La composition chimique du lait cru de chamelle algrien est lgrement riche en graisse 34.4 ± 2.8 g.l^{-1}, en protines 33.1 ± 2.1 g.l^{-1}, en lactose 45.1 ± 3.1 g.l^{-1}, en cendre 8.15 ± 0.15 g.l^{-1} et en matire solide totale 122.6 ± 0.12 g.l^{-1}. Cette composition varie en fonction de plusieurs facteurs tels que l'alimentation, la priode de lactation, de la race et de la sant de l'animal. Nos rsultats ont montr que le taux des casines totales de taient plus lev que des protines sriques. L'analyse par la SDS-PAGE a montr que les protines de casine du lait du chamelle et du lait de vache ont le mme poids molculaire d'environ 24 kDa. 5 bandes de protines du lactosrum lait du chamelle ont t dtectes. Compar au lait de la vache, le lait de chamelle contient un taux faible en β - lactoglobuline. La diminution de pH du lait cru de chamelle atteint une valeur de 6.5 à 5.4 aprs 72 h d'incubation à 30°C. La microflore lactique atteint une densit de 200 x 10^{6} cfu ml^{-1} sur milieu MRS. Cinquante souches de bactries lactiques ont t isol es a partir du lait cru de chamelle. Le groupe de bactries msophiles sont reprsents par la sous -espce de Lactococcus lactis biovar. diacetylactis qui est la souche dominante. Les sous-espces de L. lactis, L. cremoris et de L. lactis biovar. diacetylactis produisent plus de 100 mM d'acide lactique aprs 24 h d'incubation à 30°C. Les espces thermophiles sont repr entes par deux espces, Strep tococcus thermophilus et Enterococcus faecalis. Sur le plan technologique, le lait de chamelle, de part sa richesse en diffrentes espces de bactries lactiques, peut servir comme source dans la slection de nouvelles souches d'intrt industriel.

Mots clés : Le lait cru de chamelle. Bactéries lactiques. Protéines. Acidification.

1- INTRODUCTION

In many arid areas, camels (*Camelus dromedarius*) play a central role as a milk supplier. The highest camel density in Algeria is found in the south especially the hot climate. He can live under inhospitable conditions that are otherwise very difficult for other domestic animals (GHOZAL *et al*. 1981). It has been reported that the Arabian camel can survive for up to 20 days without food and water (SIEBERT and MACFARLANE, 1975). The estimated number of camels in Algeria is 150 000 animals (WARDEH *et al*. 1990).

Several countries, such as Saudi Arabia and Mauritania, started to sell pasteurised, homogenised and carton packed camel milk in the market. This milk is very popular in these countries. The average total milk production of different camel breed was 2211.7 kg and the average lactation period was 12 months for the whole herd (SAOUD *et al.,* 1988). Only fragmentary data are available on composition of camel milk. The most complete data are those reported by BEG *et al.* (1987) and FARAH (1993). Camels milk production in Algeria is estimated to be about 40.5 thousand tones annually (WARDEH *et al.,* 1990).

Little information is found about raw camels milk. Only, several studies had treated the hygienic quality of raw camel's milk. The bacteriological studies had revealed that *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* and *Escherichia coli* were the major pathogens responsible for the intramammary infection (Mastitis) (ABDURAHMAN, 1995; and TEFERA and GEBREAH, 2001).

Great international attention has been recently focused on the need of new isolates of lactic acid bacteria for dairy industries (GASSON, 1993 and KIHAL *et al*., 2000). The selection of lactic acid bacteria used as starter is based on the acid lactic and the aromatic compounds production, the stability of the strains during the fermentation, the production of anti-microbial substances and the resistance to bacteriophages (DESMAZEAUD, 1983 and KIHAL *et al.,* 1996).

This investigation was undertaken in order to determine some biochemical and the characterization of dominant lactic acid bacteria strains isolated from raw camels milk, as well as the selection of bacteria that could be used in the manufacture of a more specific starter.

2- MATERIALS AND METHODS

2-1- Samples.

A total of 15 samples of raw camels milk were collected from south-west of Algeria, in Béchar and Tindouf localities. The animals were fed throughout the year exclusively by grazing. After being taken, the samples (500 ml) were immediately cooled and brought to the laboratory in an isotherm container. For the comparison of spontaneous fermentation by native microflora, a part of crude milk from camel and cow were incubated at 30C and 45C.

A camel milk casein protein and whey protein have been isolated by precipitation and were lyophilized.

2-1-1 Protein and α-NH_2 assays

Protein concentration of raw camels milk was measured by the method of BRADFORD (1976) and the fractions of α-NH_2-terminal residues were determined by the procedure described by DOI *et al*. (1981). The Cd-Ninhydrin method was modified as follows: water content in the reagent was reduced to 1ml. Cd-ninhydrin reagent contained 0.8 g of ninhydrin dissolved in a mixture of 80 ml of 99.5 % ethanol and 10 ml of acetic acid, followed by the addition of 1 g of $CdCl_2$ dissolved in 1 ml of water. 0.5 ml of sample and 1 ml of the Cd-ninhydrin reagent were heated in a tube for 5 min at 84 C for colour development. After cooling, absorbance was read at 507 nm.

2-1-2 SDS-PAGE

Polyacrylamide gel electrophoresis in the presence of sodium dodecyl sulfate was performed according to the method of BOTHE *et al.* (1985). Five hundred g of lyophilized samples of camels milk, casein and whey protein were solubilized in 500 µl buffer (Tris-HCl 1 mole, pH 6.8, β-mercaptoethanol 5%, glycerol 10%, bromophenol blue 0.1%). Eighty µl of the samples were loaded into each slab electrophoresis. The gel was stained by the Coomassie blue R 250 (Merck, USA). SDS VII (Sigma, USA) was used as an inner standard.

2-2-1 Isolation of bacterial strains and culture conditions

Total microflora has been determined by plating various dilution according to standard methods of the INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION (1981). Lactic acid bacteria count were made on MRS and M17 solid media supplemented with 1.5% agar (DE MAN *et al., 1960;* TERZAGHI and SANDINE*,* 1975). Predominant types of colonies were picked randomly and some representative strains displaying the general characteristics of lactic acid bacteria were chosen from each plate for further studies.

Long-term conservation of lactic acid bacteria strains, without appreciable loss of properties, was achieved by maintaining in skim milk with glycerol 7/3 (v/v) at - 20 °C. Working cultures were also kept on MRS agar slant at 4°C and re-streaked every 4 weeks (SAMELIS *et al.,* 1994). Details of the incubation conditions will be described for each set of experiments.

2-2-2 Physiological and biochemical tests.

All isolates were initially tested for Gram reaction, catalase production and presence of spores. Cell morphology and colony characteristics on MRS and M17 agar were also examined and a separation into phenotypic groups was undertaken. Only the Gram positive, cytochrome-oxydase and catalase negative isolates were further identified by using Sherman test. Growth at different temperatures was observed in MRS broth after incubation for 5 days at 15°C, 37°C and 45°C; 12 days at 4°C and 10 °C and the resistance to 60°C for 30 min. Gas production from glucose was determined in MRS broth containing inverted Durham tubes. Hydrolysis of arginine was tested on M16BPC medium (THOMAS, 1973). Growth in the presence of 40 $g.l^{-1}$ and 65 $g.l^{-1}$ NaCl was observed in MRS broth at 30 C for 2 days. The ability to growth at pH 3.9 and pH 9 was tested on MRS broth. Citrate utilisation, in the presence of carbohydrates, was performed on the media of KEMPLER and MC KAY (1980). Production of dextrane (slime) from sucrose was determined on MRS agar in which glucose was replaced by 50 $g.l^{-1}$ sucrose (MAYEUX *et al.,* 1962). Production of acetoin from glucose was determined by using Voges-Proskauer test (SAMELIS *et al.* 1994).

2-2-3 Carbohydrate fermentation assays

The fermentation of carbohydrates was determined on MRS broth containing bromocresol purple (0.04 $g.l^{-1}$) as a pH indicator, and supplemented with 10 $g.l^{-1}$ of the following carbohydrates: lactose, sucrose, xylose, arabinose, rhamnose, sorbitol, fructose, galactose, mannitol, cellobiose, raffinose and maltose. To ensure anaerobic conditions, each tube was supplemented with two drops of sterile liquid paraffine after inoculation. Hydrolysis of aesculin was also tested using the MRS broth supplemented with 2 $g.l^{-1}$ (w/v) aesculin (SAMELIS *et al.,* 1994).

2-2-4 Growth and acid production in milk.

Skim milk medium was prepared from reconstituted skim milk powder (110 $g.l^{-1}$ distilled water) and sterilized by autoclaving at 110°C for 10 min. Sterilized milk medium (100 ml) was inoculated with active culture (2 ml) of each strain to obtain approximately 10^7 cfu/ml and incubated at 30°C for 24 h. Total acidity was determined by titration 10 g of sample cultures with 0.11 N NaOH and reported as a mM of lactic acid per litre (KIHAL *et al*., 1996).

Statistical analysis

Group means were compared by one-way analysis of variance. Means were analysed for significant differences ($p< 0.05$) using a Students *t*-test.

3-RESULTS AND DISCUSSION

Composition of raw camel's milk

The chemical analyses of raw camels milk indicated 34.4 ± 2.8 $g.l^{-1}$ fat, 33.1 ± 2.1 $g.l^{-1}$ protein, 45.1± 3.1 $g.l^{-1}$ lactose, 8.15 ± 0.15 $g.l^{-1}$ ash, 6.57 pH and 873.7 $g.l^{-1}$ moisture. The differences among the various sets of data undoubtedly reflect variation in breed and state of lactation of animal sampled, feeding, milk yield, milking interval and the health of the animal (FARAH, 1993). Recently GORBAN and IZZIDIN (2001) had revealed that total fat of Saudian camel milk (32.8 $g.l^{-1}$) were composed by a proportion of 2/3 (w/w) of unsaturated fatty acid. The raw camel's milk of local breed show to be slowly rich on total solids, fat, and protein.

The results showed that total protein in casein were higher than whey proteins and represented 231.5 ± 11.90 µg/ml and 174.4 ± 56.13 µg/ml respectively. Whereas, the α-NH_2 fraction were also higher in total casein than whey proteins and represented 83.42 ± 5.93 g/ml and 41.76 ± 6.3 g/ml respectively. Examination of the composition of camels milk proteins revealed 74.1 % of casein and 25.9 % of whey proteins of the total content. The values of casein and whey protein expressed as a percentage of the total milk protein, lay within the ranges 71-76% and 17-23% respectively (FARAH, 1993). The studies of GIRARDET *et al.* (2000) indicated that in the total amount of whey proteins, albumin constitute 18.8 %, globulin 13%, and proteose-peptone 17.8%, and the tryptophan is a limiting amino acids.

From their mobility in a gradient SDS-PAGE, the proteins were found to have molecular masses ranged from 13 kDa to 64 kDa. The SDS-PAGE results showed that casein proteins of camel's milk and cows' milk have the same molecular weight about 24 kDa. Whereas, whey proteins of camel's milk are presented by five proteins bands in which the molecular weight were 66, 60, 32, 24 and 15 kDa (Fig. 3). Our results indicated that the band of β-lactogobulin was found in little amount in whey proteins.

Figure I showed the spontaneous pH evolution in camels milk and cows milk by the native microflora in two different temperatures of incubation (30 °C and 45°C for 100 h). The pH decreases slowly in camel's milk after 48 h of incubation and reaches 5.5 at 30 and 45 C. This pH value remain stable after one week of incubation at 30 and 45 C and no coagulation had been observed. Whereas, the pH decreases drastically from 6.7 to 4.8 and 4.4 at 30 and 45C in cow's milk after 8 h of incubation. The final pH reaches 3.7 after 48 h of incubation and remain stable. Several autors had been studied about the pH evolution in cows milk (DESMAZEAUD 1983; SORENSEN and PETERSEN 1993). YAGIL *et al*., (1984) mentioned that camels milk did not sour at 4°C for up 3 months. Our results suggest that camels milk contains less casein proportion than cows milk, rich in whey proteins as show in SDS-PAGE, and the microflora is less efficient. Similar results had been obtained by URBISINOV *et al*. (1981).

Camel's milk did not sour at 4C for up 3 months. This means that camel's milk is mainly good only for drinking (YAGIL *et al.* 1984). Our results showed a contribution to the overall knowledge of camels as a food source, but much still needs to be learned if efficient improvement programs are to be initiated.

Microbiological analysis

The total count of lactic acid bacteria in crude camels milk was 200 ± 31 x 10^6 cfu.ml^{-1} and 160 ± 13 x 10^6 cfu.ml^{-1} at 30C in M17 and MRS media respectively. Whereas, the number was 18 ± 5 x 10^4 cfu.ml^{-1} and 95 ± 12 x 10^3 cfu.ml^{-1} at 45 °C in M17 and MRS, respectively. The number of lactic acid bacteria was significantly higher in M17.

From seven samples, all strains were isolated from M17 and MRS agar plates from different dilutions (10^{-5} and 10^{-6}). On these media, the colonies were circular, convex and non pigmented. A total of 40 single colonies of lactic acid bacteria were selected randomly from pinpoint colonies in MRS and M17 agar, restreaked on the same solid media and examined for purity. The morphological studies had shown that the total bacteria were dominated by the coccoid lactic acid bacteria. These isolates were representative and they have the following characteristics: Gram positive, catalase and cytochrome-oxydase negative, non spores forming, lacking nitrate reductase and aero-anaerobic facultative. All coccoid isolates produced acid with no apparent gas production from glucose. Also, some of them hydrolysed arginine and used citrate. Morphological characteristics, incubation temperature at 45°C and gas production were used for identification. The isolates were separated in two groups, mesophilic (group 1) and thermophilic (group 2) (Table I).

Group 1 consisted of 34 mesophilic homofermentative cocci lactic acid bacteria. They do not grow at 65 g.l^{-1} NaCl and can not produced dextrane. 24 of them utilize citric acid and arginine and belong to *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*. Four isolates which can not utilize citrate and produce NH_3 from arginine belong to *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*. Six later isolates of *Lactococcus* sp. Which can not utilize arginine, used citrate and utilize a limited number of sugars, belong to *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (Table I).

Group 2 was formed by the thermophilic strains (six isolates). A total of 4 isolates were identified to *Enterococcus faecalis* which grow at 45C, 15C, pH 9.6, resist to 65C for 30 min, used arginine and does not ferment arabinose. Also, two isolates belong to *Streptococcus thermophilus* which grow at 45C and does not grow at 15C, at 65 g.l $^{-1}$ NaCl and at pH 9.6.

The dominant lactic acid bacteria of camel's milk were identified to *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* that can produce over than 100 mM of lactic acid in 24 h of incubation at 30 °C (Fig 2). This species of lactic acid bacteria can be exploited in some dairy products for the production of flavour and lactic acid from citric acid and lactose. Its dominance is layed on the presence of high ascorbic acid in camels milk (ABU-TARBOUCHE *et al.,* 1998). The works of DE ROISSART (1986) and CHEKROUN *et al.* (1998) allow us to identify the all isolates.

Streptococcus thermophilus is a Gram positive cocci grows in chains. It ferments a limited number of carbohydrates. It generally considered among the most heat resistant and survives at least 30 min at 65°C. In this strain, lactose is cleaved by β-galactosidase to yield glucose and galactose. The glucose moiety enters the glycolytic pathway with the fermentation end product being lactic acid. It is via this pathway that this organisms are able to derive the metabolic energy required for growth. The galactose moiety is excreted from the cells and accumulated in fermented milk or cheese.

The role of *Enterococcus faecalis* in the manufacture of cheese has been extensively investigated in the last few years due to the consistent presence of this strain in different varieties of cheese. This strain play a significant role in the development of a good quality cheese (HERRANZ *et al*. 2001).

At the begining in raw milk *Lactococcus* and *Enterococcus* were dominant and *Leuconostoc* and *Lactobacillus* were present in low proportions (LOPEZ-DIAZ *et al*., 1999). In our research the absence of *Leuconostoc, Lactobacillus, Pediococcus* and *Bifidobacterium* can be explained by their low concentration in raw camel's milk, similar results were observed by KIHAL *et al*. (2000).

As indicated by our results, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* may be considered as a predominant indigenous and ubiquitous species of camel's milk flora, well adapted, able to compete and to outnumber other micro-organisms in raw camel's milk in arid regions.

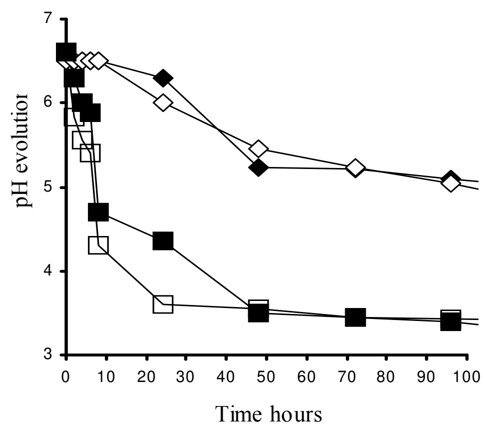


Figure 1. pH evolution of raw camel's milk (◆, ◇) and raw cow's milk (■,□) incubated at 30C and 45C, respectively and fermented by their native spontaneous microflora.

Figure 1. Evolution du pH des laits crus de chamelle (◆, ◇) et de vache (■,□) incubés 30 et 45 C, respectivement et fermentés par la flore lactique endogène.

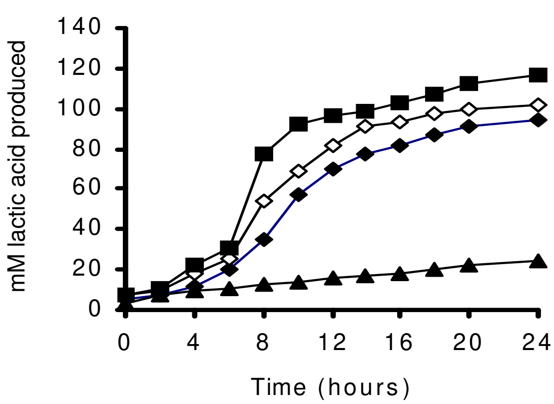


Figure 2. Kinetics of lactic acid produced by different strains of lactic acid bacteria isolated from raw camels milk, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (CH8, ■), by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (CH1, ▲*) Lactococcus lacti*s subsp. *lactis* biovar *diacetylactis* (CH20, ◊) and *Lactococcus lactis* subsp.*cremoris* (CH9, ◆), growth in skim milk at 30C.

Figure 2. Cinétique de production d'acide lactique par les différents souches de bactéries lactiques isolées du lait cru de chamelle, *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* (CH8, ■), *Lactococcus lactis* subsp. lactis biovar. *diacetylactis* (CH1, ▲) *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (CH20, ◊) et *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* (CH9, ◆), sur lait écrémé 30°C.

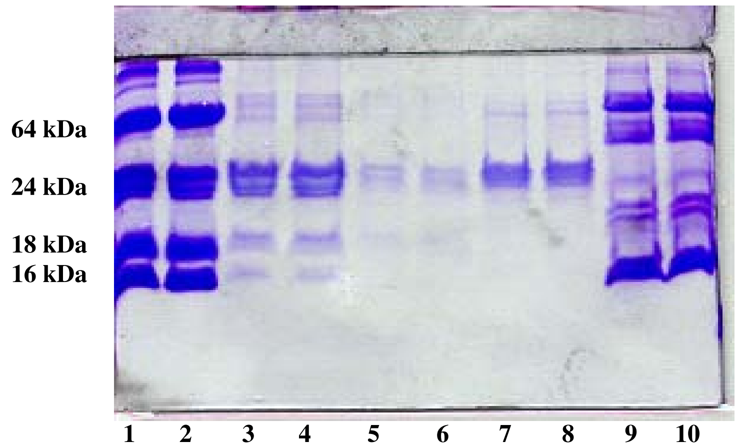


Figure 3: Electrophoretic SDS-PAGE patterns for whole casein and whey proteins of cows' and camel's milk on polyacrylamide gel. Lane 1 and 2: Indicators of molecular weight, bovin serum albumin (64 kDa), caseins (24 kDA), β-lactoglobulin (18 kDa) and α-lactalbumin (13 kDA). Lane 3 and 4: total casein of cow milk. Lane 5 and 6: total whey proteins of cows milk. Lane 7 and 8: total casein of camels milk. Lane 9 and 10: total whey proteins of camels milk.

Figure 3 : Profil électrophorètique des protéines du lait de chamelle et du lait de vache sur gel de polyacrylamide (SDS-PAGE). Lignes 1 et 2: Marqueurs de poids moléculaire, sérum albumine bovine (64 kDa), caséines (24 kDA), β- lactoglobuline (18 kDa) et α- lactalbumine (13 kDA). Lignes 3 et 4 : caséines totales de lait de vache. Lignes 5 et 6 : protéines totales de lactosérum de vaches. Lignes 7 et 8 : caséines totales du lait du chamelle. Lignes 9 et 10 : protéines totales du lactosérum de chamelle.

Cell morphology	*Coccis*				
Group	*1*			*2*	
CO_2 from glucose	-			-	
Number of isolates	*4*	*24*	*6*	*2*	*4*
ADH	+	+	-	-	+
Growth at 15°C	+	+	+	-	+
37°C	+	+	+	+	+
45°C	-	-	-	+	+
Growth at 4% NaCl	+	+	-	-	+
6.5% NaCl	-	-	-	-	+
pH 9.6	-	-	-	-	+
Production of dextran	-	-	-	-	-
Production of aceton	-	+	-	-	-
Sugar fermentation					
Arabinose	3+	-	-	-	-
Cellobiose	+	+	-	-	+
Fructose	+	+	-	+	+
Galactose	+	+	+	-	+
Lactose	+	+	5+	+	+
Maltose	+	+	-	-	+
Mannitol	+	+	-	-	+
Mellibiose	-	+	-	-	-
Raffinose	+	-	-	-	+
Ribose	+	+	-	-	-
Saccharose	+	+	-	+	+
Sorbitol	-	-	-	-	+
Trehalose	2+	-	-	-	+
Xylose	3+	-	-	-	-
	2+	-	-	-	+
	3+	-	-	-	-

Table I: Physiological and biochemical properties of lactic acid bacteria isolated from Algerian raw camel's milk.

Tableau 1. Propriétés physiologiques et biochimiques des bactéries lactiques isolées partir du lait cru de chamelle d'Algérie.

4-REFERENCES

1. ABDURAHMAN O.A., 1995. Milk N-acetyl-beta-D-glucosamidase and serum albumin as indicators of subclinical mastitis in the camel. *Zentralb. Veterinarmed* **42**, 643-647.
2. ABU-TARBOUCHE HM., AL-DAGAL MM., AL-ROYLI MA., 1998. Growth, viability, and proteolytic activity of Bifidobacteria in whole camel milk. *J. Dairy. Sci*. **81,** 354-361.
3. BEG O.U., VON BAHR-LINDSTROM H., ZAIDI Z.H., JORNVALL H., 1987. Characterisation of a heterogeneous camel milk whey non casein protein. *FEBS. Lett*. **216** (2), 270-274.
4. BOTHE D., SIMONS M., DOHREN H., 1985. A Sodium Dodecyl Sulfate-gradient gel electrophoresis system that separates polypeptides in the molecular weight range of 1500 to 100000. *Anal. Biochem* **.151**, 49-54.
5. BRADFORD M.M., 1976. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilising the principle of protein-dye binding. *Anal. Biochem.*, **72**, 248-254.
6. CHEKROUN A., AIT-HAMADOUCH N., KIHAL M., BENSOLTANE A., SAÏDI D., MEZMAZE F., KHEROUA, O., 1998. Hydrolytic activity of lactic acid bacteria on bovine β-lactoglobulin – Effects on its immunological reactivity. *Microbiol. Aliment. Nutr.* **16,** 211-220.
7. DE MAN J., ROGOSA M., SHARPE M.E., 1960. A medium for the cultivation of Lactobacilli. *J. Appl. Bacteriol*. **23**, 130-135.
8. DE ROISSART H.B., 1986. bactéries lactiques. In lait et produits laitiers. Ed. Luquet, F.M. et Bonjeau-Linczowski, J. Y. Tech. et Document. Lavoisier. France.
9. DESMAZEAUD M.J., 1983. Létat des connaissances en matière de nutrition des bactéries lactiques. *Lait*. **63**, 267-316.
10. DOI E., SHIBATA D., MATOBA T., 1981. Modified colorimetric ninhydrin methods for peptidase assay. *Anal. Biochem.* **118**, 173-184.
11. FARAH Z., 1993. Composition and characteristics of camel milk. *J. Dairy Res*. **60**, 603-626.
12. GASSON M.J., 1993. Progress and potential in the biotechnology of lactic acid bacteria. *FEMS. Microbiol. Rev.* **12**, 3-20.
13. GHOZAL A.K., TANWAR R.K., DWARAKNATH P.K., 1981. Note on rumen micro-organism and fermentation pattern in camel. *Ind. J. Anim. Sci*. **51**, 1011-1012.
14. GIRARDET J.M., SAULNIER F., GAILLARD J.L., RAMET J.P., HUMBERT G., 2000. Camel (*Camelus dromedarius*) milk PP3 : evidence for an insertion in the amino terminal sequence of the camel milk whey protein. *Biochem. Cell. Biol*. **78**, 19-26.
15. GORBAN A.M., IZZEDIN O.M., 2001. Fatty acid and lipids of camel milk and colostrum. *Int. J. Food. Sci. Nutr*. **52**, 283-287.
16. HERRANZ C., CHEN Y., CHUNG H.J., CINTAS L.M., HERNANDEZ E., MONTVILLE T.J., CHIKINDAS M.L., 2001. Enterocin P selectively dissipates the membrane potential of *Enterococcus faecium* T136. *Appl. Environ. Microbiol*. **67** (4), 1689-1692.
17. INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION., 1981. The composition of ewes and goats milk. Document 140, 5-19.
18. KEMPLER G.M., MC KAY L.L., 1980. Improved medium for detection of citrate-fermenting *Streptococcus*

lactis subsp *diacetylactis*. *Appl. Environ. Microbiol*. **39**, 956-927.
19. KIHAL M., PRÉVOST H., LHOTTE M.E., HUANG D.Q., DIVIÈS C., 1996. Instability of plasmid-encoded citrate permease in *Leuconostoc*. *Lett. Appl. Microbiol*. **22**, 219-223.
20. KIHAL M., BENSOLTANE A., SAIDI DJ., 2000. La flore lactique du lait cru de chamelle (*Camelus dromedarius*) d'Algérie. *Camel Newsletter*, ASCAD. 17, 64.
21. LOPEZ-DIAZ T.M., ALONSO C., ROMAN C., GARCIA-LOPEZ M.L., MORENO B., 1999. Lactic acid bacteria isolated from a hand-made blue cheese. *Food. Microbiol*. **17**, 23-32.
22. MAYEUX J.V., SANDINE W.W.E., ELLIKER P.R., 1962. A selective medium for detecting *Leuconostoc* organisms in mixed strain starter cultures. *J. Dairy. Sci.* **45**, 655-656.
23. SAMELIS J., MAUROGENAKIS F., METAXOPOULOS J., 1994. Characterisation of lactic acid bacteria isolated from naturally fermented greek dry salami. *Inter. J. Food. Microbiol*. **23**, 179-196.
24. SAOUD A.O., AL-MOTAIRY S.E., HASHIMI M., 1988. Camels in Saudi Arabia. The Arab. Ctr. Study. Arid Zones and dry Lands. *Camel Newsletter*. **4**, 13-16.
25. SIEBERT B.D., MACFARLANE W.V., 1975. Dehydration in desert cattle and camels. *Physiol. Zool*. **48**, 36-48.
26. SORENSEN E.S., PETERSEN T.E., 1993. Purification and characterization of three proteins isolated from the proteose-peptone fraction of bovine milk. *J. Dairy. Res.* **60** (2), 189-197.
27. TEFERA M., GEBREAH F., 2001. A study on the productivity and diseases of camels in eastern Ethiopia. *Trop. Anim. Healt. Prod*. **33**, 265-274.
28. TERZAGHI B.E., SANDINE W.E., 1975. Improved medium for lactic streptococci and their bacteriophages. *Appl. Environ. Microbiol*. **29**, 807-813.
29. THOMAS T.D., 1973. Agar medium for differentiation of *Streptococcus cremoris* from the other bacteria. *N. Z. J. Dairy. Sci. Technol*. **8**, 70-71.
30. URBISINOV Z.H.K., SERVETNIK C.G.K., IZATULAEV E.A., 1981. Protein composition of camel milk. *Vopr. Piton*. **6**, 41-42.
31. WARDEH M.F., MOKHTAR O.M. ZAGHMARI S.M., 1990. Camels breed in Arabic country North and Ouest Africa. *Agric. Eaux*. **3**, 17-29.
32. YAGIL R., SARAN A., ETZION Z., 1984. Camel's milk: for drinking only. *Comp. Biochem. Physiol.* **78**, 263-266.

10-18

Effect of the substrates nature on their *in vitro* fermentation kinetics using rumen fluid of slaughtered dromedary as inoculum

Effet de la nature de la ressource alimentaire sur la cinétique de fermentation des substrats par la microflore rumina le de dromadaires

Hacène BOUSSEBOUA, R. ARHAB & M. RIRA
Laboratoire de Génie Microbiologique et Applications, Département des Sciences de la nature et de la Vie/Faculté des Sciences/ Université des frères MENTOURI,
Route de Ain-El-Bey BP 325, 25017 CONSTANTINE (ALGERIE).
Tél/fax: + 216 (0)31 81 87 56, E-mail adress: hblgma@yahoo.fr

SUMMARY

The in vitro fermentation kinetics of dates, orange and olive residues by the dromedary ruminal microflora is comparatively studied with hay used as standard. The results indicate the greater hydrolytic activity of the dromedary ruminal microflora towards dates and orange residues than olive residues and vetch-oat hay ($P<0.05$). The fermentation reaches the stationary phase after 24 and 48 hours for dates and orange residues, and olive wastes respectively. It is marked by two phases; corresponding to the degradation of soluble fraction (soluble sugars) and that of the insoluble one (cellulose). The results showed also that the substrate nature is a determining factor for in vitro gas production. The degradation of substrate rich in cellular content (dates and orange residues) is characterised by a fast fermentation that moves towards CO_2 production, and it is marked by a long latency phase. Whereas, the fermentation of the fibrous substrate (olive residues and vetch-oat hay) generates CH_4 production and it is tributary of less long latency period.

The degradation level observed indicate that the dates and orange residues might represent an acceptable source of energy for dromedary, but the olive residues, in spite of their chemical composition rich in organic matter, cannot be used in animal feeding.

Key words: dromedary, ruminal microflora, agro-industrial by-products, *in vitro* gas production, fermentative CO_2, fermentative CH_4.

RESUME :

La cinétique de fermentation in vitro des résidus de dattes, d'oranges et de grignons d'olives par la microflore ruminale d'un lot de dromadaires est étudiée comparativement au foin de vesce avoine, pris comme substrat de référence. Les résultats montrent que les résidus de dattes et d'oranges sont nettement plus fermentescibles que le foin et les grignons d'olives ($P < 0,05$). La fermentation atteint la phase stationnaire après 24 heures et 48 heures pour les résidus de dattes, d'oranges et les grignons d'olives, respectivement. Elle est tributaire de deux phases distinctes, correspondant respectivement à la dégradation de la fraction soluble de l'aliment (les glucides simples) et à celle de la fraction insoluble (cellulose).

Le profil fermentaire des résidus de dattes, riches en sucres solubles, s'oriente vers une production de CO_2, tandis que celui des résidus fibreux (grignons d'olives et foin) produit du CH_4.

Le niveau de dégradation constaté indique que la microflore ruminale de dromadaires est fortement active, il montre aussi que les résidus de dattes et d'oranges possèdent un important potentiel énergétique, alors que les grignons d'olives s'avèrent faiblement fermentescibles.

Mots clés : dromadaire, microflore ruminale, sous-produits agro-industriels, production de gaz *in vitro*, CO_2 fermentaire, CH_4 fermentaire.

1- INTRODUCTION

The lignocellulosic biomass, composed of residues of harvest and agro-industrial by-products, represents a considerable volume. It remains unexploited or very little so, because it is generally considered as weakly degradable and therefore without a real commercial value. However, it provides a potential source to ruminant feeding (JAYASURYA, 1993; NGUYEN and *al*., 2001; PHAM and *al*., 2001), notably in developing countries, such as Algeria.

Among herbivores, camels are considered particularly as able to convert any type of biomass into energy thanks to their presumably specific microflora activity and their ability to adapt to difficult environmental conditions (ENGELHARDT and *al*., 1986). The available data deals essentially with the physiological properties of the animal, such as their resistance to heat and thirst. Its digestive physiology has been illustrated only during the last decade (KAYOULI and *al*., 1991; 1995; JOUANY and *al*., 1995; DULPHY and *al*., 1995).

The use of non conventional substrate in its feeding has not yet been subjected to significant studies. For this reason, we tried in the present study to establish the fermentation capacity of dromedary ruminal microflora towards some agro-industrial by-products retained for their availability in our country, and to examine the effect of the nature of the feeding resource on its *in vitro* gas production kinetics.

2- MATERIALS AND METHODS

2-1- Substrates

Substrates used in this experiment were dates, orange, olive residues and vetch-oat hay (standard substrate), and had a known chemical composition (Tab.1). Samples were taken from an industrial firm of transformation and conservation of dates (relegated dates). Orange residues were sampled from an industrial firm for jam and juice production (pulps and seeds). Olive waste was taken from traditional olive oil refinery (crushed olive).

Dates and orange residues were dried at 45°C (in order to ovoid the MAILLARD reaction) and olive residues and vetch-oat hay at 105°C until constant weight. Samples were ground to pass a 1-mm sieve.

2-2- *In vitro* fermentation

The fermentation was conducted according to the procedure described by MENKE and *al*., (1979); MENKE and STEINGASS (1988). The substrates were incubated with rumen fluid in 100 ml calibrated glass syringes which were incubated at 39°C in an electrically heated, isothermal oven, equipped with a rotor, which rolled continuously at 9 rpm for 72 hours.

Rumen fluid was collected for each trial from three healthy dromedaries immediately after slaughter and stored in the Thermos containers, which were heated to 39°C and were CO_2 saturated. After straining with four layers of gauze, the rumen fluid was mixed with the medium mixture solution of MENKE and STEINGASS (1988) in a 1:2 ratio (v/v) and saturated with CO_2.

For each substrate and each series of incubation, about 200 mg of dried samples plus 30 ml of rumen fluid and buffer were incubated in triplicate. Under the same conditions, blank syringes (rumen fluid plus buffer solution) were also incubated in triplicate. Gas production was recorded at 2, 4, 6, 10, 24, 48 and 72 hours.

The quantitative analysis of gas production was obtained by direct reading of the level of piston displacement in the syringe and then the qualitative one is carried out using the procedure of JOUANY (1982).

Net gas volume at each incubation period was calculated by subtracting the mean gas volume of the blank from the volume of gas in syringes with samples.

The volume of gas was not corrected according to a standard substrate.

Data for gas production (mean of three observations) were fitted to the exponential model proposed by ORSKOV and Mc DONALD (1979) and adapted for gas production by BLÜMMEL and ORSKOV (1993): $p = a + b\,(1 - e^{-ct})$, where p represents the net gas production at time t, $(a+b)$ potential gas production and c the rate of gas production. Neway exel software developed by CHEN (1997) was used to calculate the data.

2-3- Statistical analysis

The data were analyzed by one factor variance analysis (effect of substrate) using STAT-ITCF program (version 1987).

3- RESULTS AND DISCUSSION

The kinetics of gas production is showed in Fig.1a. It follows an ascending pattern for the different substrates. The fermentation is relatively intense during the first 24 hours of incubation, after which it reaches a stationary phase, however with certain substrates, it already started to decline. The kinetic of gas production appears to be determined by two distinct phases; the first one corresponds to the degradation of the soluble fraction and the second to the insoluble but potentially fermentable fraction. The examination of the specific fermentation curves shows that the dates and orange residues were more fermented than vetch-oat hay and olive residues ($P < 0.05$). Their degradation occurs mainly during the first 10 hours. However, the vetch-oat hay and olive residues fermentations are tributary of a latency phase.

The difference in the kinetics of gas production between the dates and orange residues, and that of vetch-oat hay resulted certainly from their chemical composition (Tab.1), which indicates that the dates and orange residues are rich in soluble sugars. Besides, their cell wall is less lignified compared to vetch-oat hay which is rich in cellulose (GIHAD and *al*., 1989; NEFZAOUI, 1999).

The weak gas production, observed with olive residues, has also been mentioned by THERIEZ and *al*., (1970); NEFZAOUI and *al*., (1999). This result could be explained by the fact that olive residues contain probably some anti-nutritional factors (tannic substances) which insolubilize the protein and inhibit the microbial activity. It seems that their effect is mainly important during the first hours of incubation (LEINMÜLLER and *al*., 1991). According to ERNEST and *al*., (1987), the olive residues pressed traditionally contain a part of pulp and around 40% of nucleus which are rich in fatty acids. These fatty acids are converted into calcic salts in the presence of calcium and magnesium (compounds of the buffer solution). These ions are primordial for the adhesion of cellulolytic bacteria to the cellulose (TAMMINGA and *al*., 1991). This situation could also be an explanation for the weak gas production.

The qualitative analysis of gas produced during fermentation is illustrated by Fig.1b and 1c. It reveals that the degradation patterns of dates and orange residues are similar. In the first hours of incubation, the dominant gas released is CO_2, but beyond 24 hours of incubation, an inverse tendency takes place and CH_4 becomes dominant. Concerning vetch-oat hay, both CO_2 and CH_4 are produced with a little disequilibrium in favour of CH_4. However, the degradation of olive residues produces exclusively CH_4. In the same way, it is noted that the CO_2 and CH_4

production, observed *in vitro* for dates and oranges residues, evolves the other way around during fermentation. This result is in agreement with those mentioned *in vivo* by VERMOREL (1995).

The gas production is correlated with both the quantitative and qualitative production of volatile fatty acids (ORSKOV and RYLE, 1990). Numerous authors suggest that the degradation of substrates rich in starch and soluble sugars favours the propionic and butyric acids (ORSKOV and *al*., 1988; ORSKOV, 1991). According to the WOLIN equation (1975), this production is related to CO_2 production. Otherwise, the fermentation of fibrous substrates produces acetic acid itself, being associated with an important production of H_2 which induces an increased production of gas in the form of CH_4. This lets us deduce that the degradation of dates and orange residues, which are rich in soluble sugars, might favour the production of these two acids, but that of fibrous substrates (olive residues and vetch-oat hay) favours the production of acetic acid.

The gas production characteristics deduced from the exponential model are shown in table 2. The results reveals that the values of soluble fraction (*a*), obtained from the exponential model after 72 hours of incubation, are positive as well as negative. The negative values have also been reported by other authors working under the same conditions or *in sacco* (ORSKOV and RYLE, 1990; BLÜMMEL and *al*., 1993). They are associated to more less long latency phase and they could be explained by the necessary time to ruminal microflora to degrade soluble fraction and then to adhere to the cellulosic fraction of the substrate. Furthermore, the dates and orange residues are characterised by a fast fermentation than vetch-oat hay and olives residues ($P < 0.05$). This is due mainly to their wealth in soluble sugars.

4- CONCLUSION

The results of the present study complement the important studies made on dromedary by scientist in the last decade, and indicate the greater hydrolytic activity of the dromedary ruminal microflora against substrates rich both in soluble fraction and cell wall compounds.

The results show also that the substrate nature is a determining factor for in vitro gas production. In fact, the substrate rich in cellular content is characterised by a fast fermentation that moves towards CO_2 production, and it is marked by a long latency phase. Whereas, the fermentation of fibrous substrates is tributary generates CH_4 production and occurs with less long latency period. Concerning the nutritive value of the studied substrates, our results indicate that the dates and orange residues might represent an acceptable source of energy for dromedary. However, the olive residues, in spite of their chemical composition rich in organic matter, cannot be used in animal feeding. Their use as a constituent of feeding ration can be considered perhaps after a treatment aimed to eliminate the inhibitory factor of the ruminal microflora and increase the solubility of protein.

1. 5- REFERENCES

2. BLÜMMEL M. and ORSKOV E.R., 1993. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. Anim. Feed Sci. Technol., 40: 109-119.

3. CHEN X.B., 1997. Neway Exel: A utility for processing data of feed degradability and *in vitro* gas production (version5.0). Rowett Research Institute.UK.
4. DULPHY J.P., MARTIN-ROSSET W. et JOUANY J.P., 1995. Ingestion et digestion comparée des fourrages chez les différentes espèces d'herbivores. INRA Production Animale 8: 293-307.

5. ENGELHARDT W.V., LECHNER-DOLL M., HELLER R., SCHWARTZ H.J. and ERNEST W. C ., 1987. Utilization of agricultural waste products in animal nutrition. Anim. Res. Dev., 26 : 56-69.

6. GIHAD E.A., EL-GALLAD T.T., SOOUD A.E., ABOU EL-NASR H.M. and FARID M.F.A., 1989. Feed and water intake, digestibility and nitrogen utilisation by camels compared to sheep and goats fed low protein desert by-products. Options Méditerranéennes 2: 75-80.

7. JAYASURIYA M.M., 1993. Use of crop residues and agro-industrial by-products in ruminant production systems in developing countries. Brit. Soc. Anim. Prod., 16: 47-55.
8. JOUANY J.P., DULPHY J.P., and KAYOULI C., 1995. Comparative abilities of feed intake and microbial digestion in the forestomach of camelids and ruminants. ILCA, Addis Ababa, ETHIOPIA, Marsh 1995.

9. JOUANY J.P., 1982. Volatile fatty acids and alcohols determination in digestive content, silage juice, bacterial culture and anaerobic fermentation content. Science des Aliments, 8: 293-307.

10. KAYOULI C., JOUANY J.P., and BEN AMOR J., 1991. Comparison of microbial activity in the forestomachs of the dromedary and the sheep measured *in vitro* and *in sacco* on Mediterranean roughages. Anim. Feed Sci. Technol., 33: 237-245.
11. KAYOULI C., JOUANY J.P., DARDILLAT C. et TISSERAND J.L., 1995. Particularités physiologiques du dromadaire : conséquences sur son alimentation. In « options méditerranéennes », CIHEAM, Paris Série B : Etudes et recherches, 13: 143-155.

12. LEINMÜLLER E., STEINGASS H. and MENKE K.H., 1991. Tannins in ruminant feedstuffs. Anim. Res. Dev., 33: 9-53.

13. MENKE K.H. and STEINGASS H., 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. Anim. Res. Dev., 28: 7-55.

14. MENKE K.H., RAAB L., SALEWSKI A., STEINGASS H., FRIZ D. and SCHNEIDER W., 1979. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. J. Agri. Sci. Casab., 92: 217-222.

15. NEFZAOUI A., 1999. Alternative feed resources of the WANA, Mashreq/ Mghreb Project-Regional Training Courses on alternative feed resources and small ruminants management in low rainfall area of the WANA, Tunis 2-60.

16. NGUYEN BA MUI, CU XUAN DAN and VU DUY GIANG., 2001. The effects of kinds pineapple residue silage on its chemical composition, *in sacco* degradability and influence of its partial replacement of green grass in the goat diet on some characteristics of rumen fermentation. Proceeding-Workshop on improved utilisation of by-products for animal feeding in Vietnam.-NUFU-project-3/2001.

17. ORSKOV E.R. and Mc DONALD 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci. Camb., 92: 499-503.

18. ORSKOV E.R., REID G.W. and KAY M., 1988. Prediction of intake by cattle from degradation characteristics of roughages. Anim. Prod., 46: 29-34.

19. RSKOV E.R. and RYLE. M., 1990. Energy nutrition in ruminants. Elsevier applied Science (ed), London and New York.

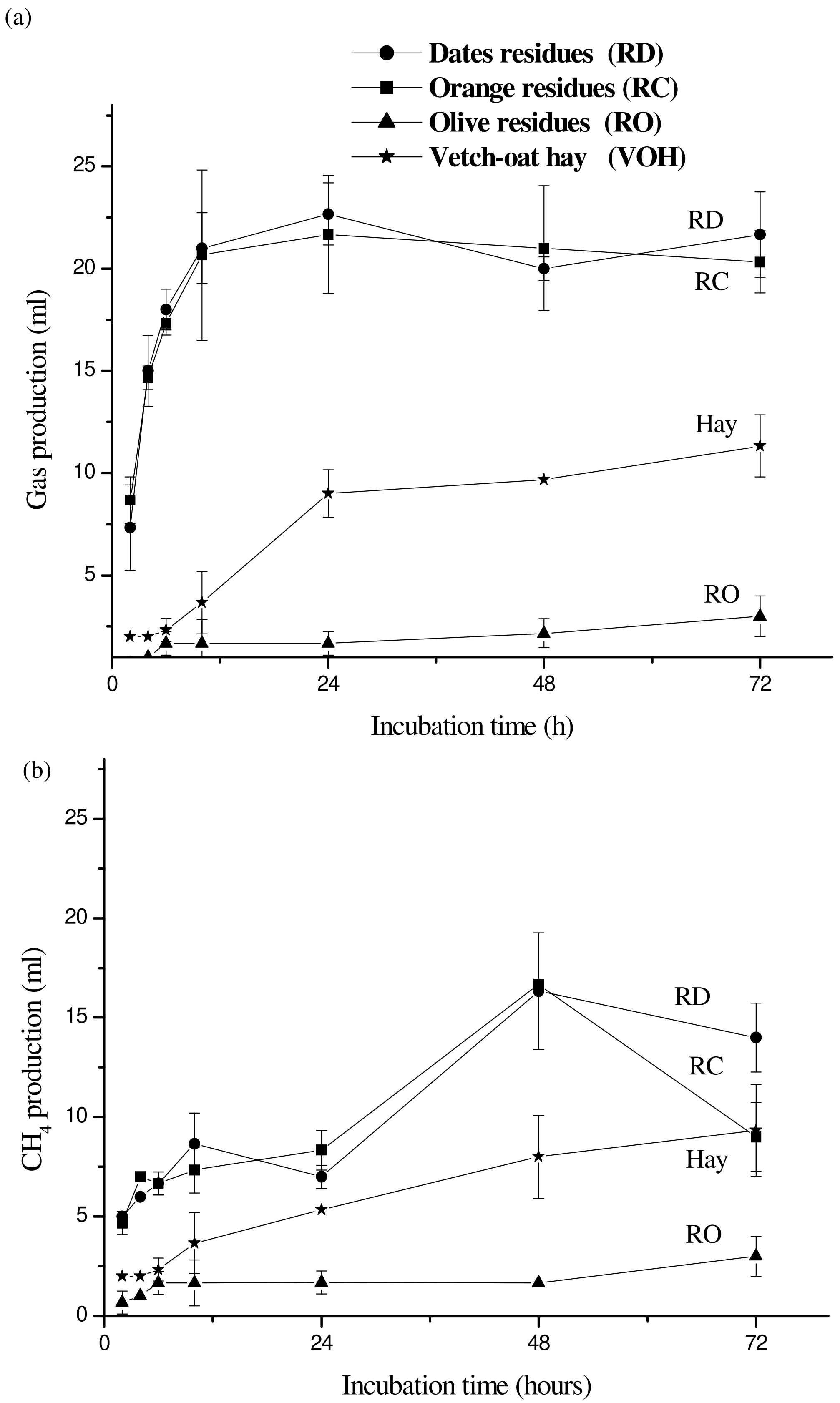
20. PHAM KIM COUNG, VU CHI CUONG, LE VIET LY and JAN BERG., 2001. Straw yield, i*n sacco* degradability and *in vitro* gas production of several rice varieties in the Red River Delta in Vietnam. Proceeding-Workshop on improved utilisation of by-products for animal feeding in Vietnam.-NUFU-project-3/2001.

21. TAMMINGA S. and DOREAU M., 1991. Lipids and rumen digestion. In : Rumen microbial metabolism and ruminant digestion, JOUANY J.P (ed)., INRA (Paris), 151-163.

22. THERIEZ M. and BOULE. G., 1970. Valeur alimentaire du tourteau d'olive. Ann. Zootech., 19 (2): 143-157.

23. VERMOREL M., 1995. Productions gazeuses et thermiques résultant des fermentations digestives. In : Nutrition des ruminants domestiques : Ingestion et digestion. Jarrige R., Ruckebusch Y., Demarquilly C., Farce M.H. et Journet M. (eds).INRA, Paris, France.

24. WOLIN M.J., 1975. Digestion and metabolism in the ruminant. Mc Donald and Warner Aci.


(a)
Dates residues (RD)
Orange residues (RC)
Olive residues (RO)
Vetch-oat hay (VOH)
Gas production (ml)
Incubation time (h)
RD
RC
Hay
RO
0
5
10
15
20
25
24
48
72
(b)
CH_4 production (ml)
Incubation time (hours)
RD
RC
Hay
RO

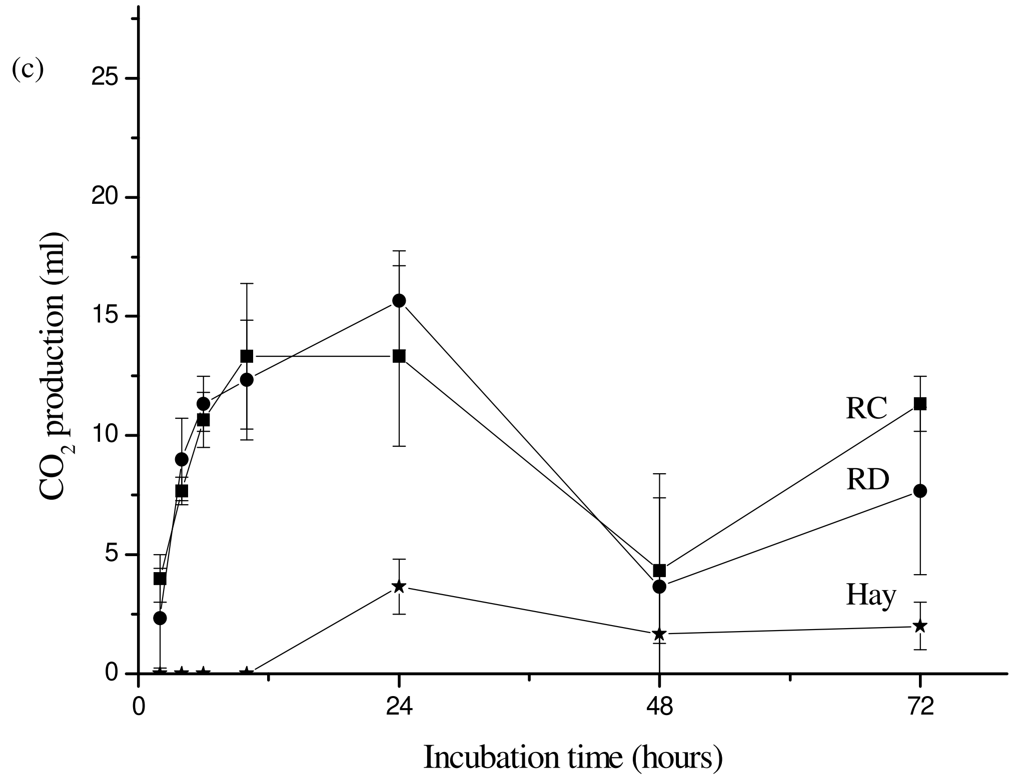


Figure 1: effect of the substrate nature substrate on *in vitro* gas production kinetics. (a), total gas production; (b), dioxide carbon (CO_2) production and (c), methane (CH_4) production.

Table 1: Dry matter content and chemical composition (% of dry matter) of the feedstuffs.

			% of dry matter				
Substrates	Abrev.	DM (%)	Total sugars	Crude protein	Crude fat	Crude fiber	Total ash
Dates residues	RD	91.1	82.6	2.85	0.54	2.93	2.4
Orange residues	RC	19.5	25.9	5.57	2.34	11.9	4.37
Olives residues	RO	68.2	5.14	0.97	15.6	40.9	1.61
Vetch-oat hay	VOH	90.1	2.9	6.1	1.3	51.3	5.6
	SEM	0.53	1.76	0.41	0.62	2.7	0.25

Table 2: Cumulative *in vitro* gas production (ml) and substrate fermentation characteristics defined by the exponential equation $p = a + b\,(1 - e^{-ct})$.

Substrates	Gas production after						
	48 hr	72 hr	b	a + b	C (%/h)	Lag time (hr)	RSD
RD	20.0	21.6[a]	30.7[a]	21.4[a]	38.65[a]	0.86	1.73
RC	21.0	20.3[a]	25.2[a]	21.0[a]	35.26[a]	0.50	1.98
RO	2.1	3[c]	2.5[c]	2.20[c]	9.23[b]	0.35	0.46
H	9.67	11.3[b]	12.4[b]	12.5[b]	5.90[b]	0.16	1.02
SEM	1.08	1.53	3.45	1.5	3.91		

[abc] Means in the same column without letter in common differ significantly ($P<0.05$); b, gas produced from the insoluble and potential fermentable fraction; c, rate of gas production; a+b, potential gas production; RSD, residual standard deviation; SEM, standard error of means.

Journal Algérien des Régions Arides *N°04 (Juin 2005)*
(19 -27)

Qualité des Eaux Souterraines des Aquifères de la Région Orientale du Sahara Septentrional Algérien

**Nora BOUCHAHM &. **Samia ACHOUR.*

**Attachée de recherche au CRSTRA, Algérie*
*** Laboratoire de recherche (LARHYSS) Université de Biskra, Algérie*

RESUME

L'objectif de cette étude est de donner un aperçu sur la qualité des eaux souterraines de la région du Sahara septentrional ainsi que de faire le point sur un élément particulier, le fluor. Nous avons donc choisi de commencer par la région orientale du Sahara septentrional, dans les régions de Ouargla, El Oued, Touggourt et Biskra. Nous avons entamé une campagne d'échantillonnage d'eaux souterraines dans ces régions et le prélèvement des échantillons d'eaux a touché tous les niveaux aquifères, que ce soit dans le complexe terminal ou le continental intercalaire. Nous avons déterminé en laboratoire les paramètres physico-chimiques des échantillons d'eaux prélevés. Les résultats de ces analyses sont interprétés et comparés aux normes de qualité des eaux potables établies par les organisations mondiales de la santé publique. Nous avons tenté de mieux faire apparaître l'évolution des concentrations des différents éléments minéraux ainsi que le fluor par leur présentation en cartes d'isoteneurs en ces éléments.

Mots clés : Hydrochimie, minéralisation, fluor

SUMMARY

The objective of this study is to give an outline on the quality of subsoil waters of the area of the northerner Sahara and giving a progress report on a particular element, the fluorine. We thus chose to start with the Eastern area of the northerner Sahara, in the areas of Ouargla, El Oued, Touggourt and Biskra. We started a subsoil water sampling campaign in these areas and the test sample selection of water touched all the aquiferous levels, whether it is in the final complex or the continental guide. We determined in laboratory the physicochemical parameters of the taken water samples. The results of these analyses are interpreted and compared with the standards of quality of drinking waters established by the World Health Organizations public. We tried to better reveal the evolution of the concentrations of the various biogenic salts as well as fluorine by their presentation in charts of these elements.

Key words: Hydrochimy, mineralisation, fluorine

I. INTRODUCTION

Dans les pays en voie de développement à climat aride, le rôle des eaux souterraines est d'autant plus important qu'elles constituent souvent la seule source d'approvisionnement en eau potable et sont donc vitales pour le développent de ces pays (TRAVI, 1993).

Pour le Sahara septentrional algérien, l'essentiel des ressources est constitué par les eaux souterraines. Ces dernières, contenues dans les formations continentales du continental intercalaire (C.I) et du complexe terminal (C.T) constituent l'un des plus vastes réservoirs hydrauliques du monde (BEL et CUCHE, 1970 ; CDTN, 1992), dont les potentialités mobilisables sont estimées à 5 milliards de mètres cube d'eau (ANRH, 1986).

Les conditions lithologiques, hydrodynamiques et hydro chimiques sont variées, notamment dans la partie Est de la région, et confèrent de ce fait un intérêt particulier à ces nappes (ERESS, 1972). Par ailleurs, diverses études entreprises depuis une trentaine d'années, ont montré que les eaux de cette région sont caractérisées par une minéralisation totale excessive, le plus souvent associée à une dureté élevée et des concentrations élevées en fluorures (ACHOUR, 1990 ; AZOUT et ABRAHAM, 1978 ; PINET et al., 1961).

La découverte de nombreux foyers de fluorose dentaire et osseuse dans différentes régions explique l'intérêt porté, depuis le début du siècle, à la présence du fluor dans les eaux naturelles. Outre qu'ils réduisent le nombre de caries dentaires, les fluorures sont rapidement fixés par l'os, qualité pour laquelle le fluor est utilisé pour soigner les individus atteint d'ostéoporose (O.M.S, 1985).

Mais l'ingestion excessive de fluorures dans quelques régions (DEAN, 1942 ; BOUARICHA, 1971 ; TRAVI et LECOUSSTEUR, 1982) a montré que cet effet bénéfique peut s'inverser et porter atteinte à la santé publique, ce que l'on désigne par la fluorose dentaire et plus gravement fluorose osseuse.

En Algérie, le Sahara septentrional et notamment la zone orientale constitue la région la plus exposée au risque fluoritique (AZOUT et ABRAHAM, 1978 ; I.N.S.P, 1980).

Le principal objectif de cette étude est de donner un aperçu sur la qualité physico-chimique des eaux souterraines du Sahara septentrional algérien. Grâce à un échantillonnage suffisamment représentatif de la nature des eaux de la région orientale, aussi bien les eaux destinées à l'alimentation en eau potable que les eaux d'irrigation.

Nous sommes plus particulièrement attardés sur la présence d'un excès en ions fluorures dans les eaux de nappes les plus exploitées.

II. METHODOLOGIE

II. 1 Echantillonnage

La campagne d'échantillonnage a concerné les régions de Ouargla, Touggourt, El Oued, Biskra, les principales zones urbaines de la région orientale du Sahara septentrional. Nous avons choisi de prélever des échantillons à chaque niveau aquifère exploité (nappe phréatique, nappe des sables ou du Miopliocène, nappe des calcaires ou du Sénonien et nappe Albienne).Les prélèvements, au nombre de 118 ont été effectués manuellement dans des flacons en matière plastique de 1000 cm^3 de capacité. Lorsqu'il s'agit d'un forage destiné à l'irrigation, l'échantillon est pris directement à la tête du forage. Mais lorsqu'il s'agit d'un château d'eau la javellisation est arrêtée, la conduite est vidangée pour que l'échantillon soit représentatif de l'eau du forage (TABOUCHE, 1999).La conductivité et la température ont été mesurées in situ chaque fois qu'il a été possible. L'échantillon doit toujours être parfaitement identifié et porter le code du forage, la date, et si possible la profondeur et le niveau aquifère.

II. 2 Méthodes analytiques

Nous avons effectué les analyses physico-chimiques des échantillons d'eaux au sein du laboratoire Qualité et traitement des eaux souterraines et de surface ''LARHYSS''. Les procédures de dosage sont déduites des méthodes d'analyse standard. La conductivité est déterminée grâce à un conductimètre électrique (WEILHEIM LF 90) qui donne directement la conductivité de l'échantillon, à la température adoptée (25°) en ms/cm ou en µs/cm.

Les duretés totale et calcique des échantillons sont déterminées par compléxométrie, par titrage avec l'acide éthylène-diamine-tétracétique (EDTA)

La mesure de l'alcalinité est basée sur la neutralisation d'un certain volume de l'échantillon par l'acide sulfurique (N/50).

Les chlorures sont déterminés par la méthode de Mohr (RODIER, 1984) et les sulfates par lecture de l'absorbance à = 420 nm pour une suspension obtenue par réaction des sulfates avec le chlorure de baryum.

Le sodium et le potassium sont dosés par photométrie à émission de flamme sur appareil JENWAY PFP7.

Le fluor est dosé par la méthode potentiométrique grâce à une électrode spécifique aux ions fluorures (ISE 944098/11). L'établissement de courbes d'étalonnage reliant les concentrations de l'ion fluorure au paramètre mesuré a été nécessaire.

Une gamme variée de méthodes analytiques a dû donc être utilisée pour les différents essais expérimentaux, en passant des méthodes titrimétriques, aux méthodes électrochimiques ou spectroscopiques.

III. Résultats :

Les résultats des analyses physico-chimiques sont présentés en tableaux dont nous proposons quelques exemples et cela pour toutes les régions concernées par la campagne ainsi que tous les niveaux aquifères exploités dans ces dernières.

Tableau 1 : Analyses physico- chimiques des eaux souterraines de la région d'étude

localités	Nature de la nappe	désignation	Coductivité Ms/cm	pH	TH °F	Ca2+ Mg/l	Mg2+ Mg/l	Na+ Mg/l	K+ Mg/l	HCO3- Mg/l	Cl- Mg/l	SO42- Mg/l	F- Mg/l
Ouargla	Phréatique	P121	4.46	8.20	188	363	235	591	21	198	1874	2302	1.07
		P118	6.45	8.05	194	505	164	1134	30	1032	2174	1605	1.61
	Miopliocène	D1F141	3.10	8.40	130	280	145	516	21	74	790	650	1.47
		D1F150	4.95	7.93	169	372	184	470	32	63	1000	963	1.43
	SENONIEN	D1F128	1.90	7.58	102	245	99	233	14	124	360	620	1.68
		D1F112	2.60	7.95	103	240	104	225	23	99	400	575	2.20
	ALBIEN	HADEB	2.50	8.06	103	196	131	178	22	165	400	580	0.63
		ROMANIA	2.79	7.84	105	229	115	372	27	98	739	1520	0.65
Touggourt	Miopliocène	D38F36	5.09	8.24	268	796	166	455	30	146	1744	900	2.70
		D24F29	5.79	8.30	308	820	552	560	27	128	2174	1500	2.40
	Albien	MEGARINE	2.81	8.11	158	380	152	215	34	134	924	800	0.70
		NEZLA	1.78	8.37	82	328	30	190	32	134	924	590	0.50
Souf	Phréatique	REGUIBA	3.35	7.64	450	816	590	80	11	34	700	1018	2.56
		ZGOUB	13.46	7.48	533	1430	421	1125	59	178	4998	3170	5.21
	PONTIEN	CHOTT	52	7.32	100	128	166	600	32	122	685	860	172
		KOUININE	3.70	7.51	113	190	157	540	30	113	693	870	1.65
	ALBIEN	DW102	2.39	7.21	83	165	100	228	34	134	374	790	0.36
		H-Khelifa	2.93	8.30	94	66	186	425	27	49	381	1820	0.80
Biskra	Phréatique	Doucen	4.88	7.14	351	702	421	-	-	1150	-	-	2.94
		El-Hadjeb	3.19	7.14	179	645	43	-	-	185	1100	1750	2.41
	Miopliocène	M'Cid2	6.32	7.04	156	189	261	690	33	351	1999	700	1.49
		F-Wilaya	4.82	7.56	123	184	185	450	37	212	1949	366	1.49
	Eocène	S-Chaiba	1.44	8.22	59	133	62	-	-	167	639	370	2.63
	Albien	O- Djellal	3.97	7.97	191	454	186	356	56	139	1545	1250	0.65

IV. Discussion et interprétation des résultats

IV. 1 La Température :

Le tableau (2) relatif à la région de Ouargla, montre que les températures mesurées sur les eaux de la nappe phréatique présentent des valeurs moyennement élevées, vu la période d'échantillonnage (mois de mars).

Tableau 2: Températures des eaux de la région de Ouargla pour les différents niveaux aquifères captés.

Région de Ouargla	Date de prélèvement	Niveau aquifère	Température
P4 : Station de pompage. Chott.	5.3.97	Nappe phréatique	18.80
P30 : EDEMEAO.	5.3.97	Nappe phréatique	21.60
N'Goussa.	5.3.97	Miopliocène	26.00
Hassi-Miloud.	5.3.97	Miopliocène	28.60
Oum Raneb	5.3.97	Miopliocène	25.50
Ain Moussa.	4.3.97	Miopliocène	27.70
Chott.	4.3.97	Sénonien	25.00
Sidi Khuiled	4.3.97	Sénonien	26.70
El Bour	4.3.97	Albien	55.00
El Hadeb	4.3.97	Albien	56.00
Khchem El RIH	4.3.97	Albien	55.00

Pour les deux autres nappes du complexe terminal, la température varie entre 25,50°C et 28,60°C pour la nappe du miopliocène et entre 25°C et 27°C pour la nappe du sénonien. On peut dire que les deux niveaux sont thermiquement homogènes avec une légère augmentation de la température pour la nappe du miopliocène; ce qui est logique, car la température des nappes superficielles est plus élevée que celle des nappes sous-jacentes. Cela confirme l'absence de couches complètement imperméables entre ces deux niveaux aquifères.

La nappe de l'albien se caractérise dans toute la région d'étude par des eaux à températures très élevées (des eaux thermales), la température est de l'ordre de 55°C. Ceci implique la nécessité d'un refroidissement avant la distribution urbaine.

IV. 2 Le pH :

Le pH de toutes les eaux est voisin de la neutralité avec un caractère plus ou moins alcalin. La plupart des eaux présentent aussi un caractère alcalin bicarbonaté du fait que le pH est souvent inférieur à 8,3.

IV. 3 La conductivité :

Toutes les valeurs mesurées de la conductivité indiquent une minéralisation élevée car elles sont toutes globalement supérieures à 1000 µs/cm. De plus , elles correspondent à des valeurs de minéralisation totale dépassant les normes de l'O.M.S (soit 1500 mg/l).

IV. 4 Le titre hydrotimétrique :

Les valeurs de la dureté mesurée, pour tous les échantillons prélevés dans les nappes de la région d'étude, sont classées en valeurs minimales et maximales dans le tableau 3.

Tableau 3 : Dureté des eaux de la région d'étude

Région	Nappe	Valeur Min (°F)	Valeur Max (°F)
Ouargla	- phréatique	188	3000
	- Miopliocène	90	279
	- Sénonien	81	206
	- Albien	103	110
El Oued	- Phréatique	144	666
	- Pontien	88	144
	- Albien	77	122
Touggourt	- Miopliocène	194	480
	- Albien	82	158
Biskra	- Miopliocène	120	214
	- Eocène	59	214
	- Albien	191	-

D'après les normes de potabilité des eaux établies par l'O.M.S (tableau 4) ,on remarque que pour tous les échantillons prélevés, le titre hydrotimétrique minimal dépasse 54°F ; ce qui montre que les eaux de cette région orientale du Sahara septentrional sont très dures.

Tableau 4 : Norme pour la dureté des eaux de boisson d'après O.M.S (1972)

TH (°F)	0-7	7-22	22-32	32-54	54
Dureté de l'eau	douce	Modérément douce	Assez douce	dure	Très dure

IV. 5 Faciès chimique : Représentés sur le diagramme de Piper, les classements des anions et cations majeurs, donnent par région et par nappe :

Tableau 5 : Faciès chimique des eaux souterraines de la région étudiée

Ouargla	**Nappe phréatique :** chlorurées sodiques et potassiques, avec des tendances vers d'autres pôles pour certains forages. **Nappe du Miopliocène**: selon le sens de l'écoulement des eaux trois faciès d'eau sont rencontrés : - chlorurées et sulfatées calciques et magnésienne ; - tendance vers le faciès chloruré sodique et potassique ; - sulfatés calciques. Les cations dominants sont le calcium et le magnésium, changent avec le sens de l'écoulement pour devenir le sodium et le potassium. Les anions dominants sont les chlorures $Cl^- > SO_4^{--} > HCO_3^-$, avec l'écoulement deviennent : $SO_4^{--} > Cl^- > HCO_3^-$ ($SO_4^{--} > 50\%$) **Nappe du Sénonien :** sont de deux types - chloruré et sulfaté calcique et magnésienne ; - en aval une tendance à devenir chloruré sodique et potassique Les cations dominants sont le calcium et le magnésium Les anions dominants sont les chlorures, avec une tendance en aval vers le pôle sulfaté. **Nappe de l'albien** : les eaux de cette nappe albienne sont de type chloruré et sulfaté calcique et magnésienne. $Cl^- > SO_4^{--} > HCO_3^-$ $Ca^{++} > Mg^{++} > Na^+$
Souf	**Nappe phréatique :** chlorurées et sulfatées calciques et magnésiennes. $Cl^- > SO_4^{--} > HCO_3^-$, $Ca^{++} > Mg^{++} > Na^+$ **Nappe du Pontien :** type chloruré sodique et potassique, les cations dominants sont $Na^+ > Ca^{++} > Mg^{++}$ et les anions dominants sont $Cl^- > SO_4^{--} > HCO_3^-$. **Nappe de l'albien :** sont sulfatées et chlorurées calciques et magnésiennes - les cations dominants sont le calcium et le magnésium. - Les anions dominants sont les sulfates $SO_4^{--} > Cl^- > HCO_3^-$ ($SO_4^{--} > 50\%$)
Touggourt	**Nappe phréatique :** les eaux de cette nappe se chargent de plus en plus de matières dissoutes. La distribution montre une nette dominance des chlorures et des sulfates sur le calcium et le magnésium. Selon les formules caractéristiques les ions s'ordonnent de la manière suivante : En amont : $SO_4^{--} > Cl^- > HCO_3^-$ et $Na^+ > Ca^{++} > Mg^{++}$ En aval : $Cl^- > SO_4^{--} > HCO_3^-$ et $Na^+ > Mg^{++} > Ca^{++}$ **Nappe du miopliocène :** chloruré et sulfaté calcique et magnésienne $Ca^{++} > Mg^{++} > Na^+$ Cl- > SO4-- > HCO3- **Nappe de l'albien :** chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne $Ca^{++} > Mg^{++} > Na^+$ $Cl^- > SO_4^{--} > HCO_3^-$.
Biskra	**Nappe du miopliocène :** type chlorurée sodique et potassique. **Eocène :** sulfaté calcique.

D'après le tableau 5, nous pouvons dire que les ions dominants sont le plus souvent les chlorures et les sulfates parmi les anions et le calcium et le magnésium parmi les cations. Aussi nous pouvons dire que les eaux de la région étudiée présentent deux faciès suivant le sens de l'écoulement, chloruré et sulfaté calcique et magnésien en amont avec une tendance à devenir chloruré sodique et potassique à l'aval. Compte tenu de l'évaporation intense, les nappes phréatiques sont souvent hyper chlorurées sodiques.

IV. 6 Minéralisation :

La minéralisation correspond à la totalité des sels dissous contenus dans l'eau. Nous l'avons déterminé à partir de la conductivité des échantillons prélevés, toutes les valeurs mesurées de la conductivité indiquent une minéralisation élevée car elles sont toutes globalement supérieures à 1000 µs/cm. De plus, elles correspondent à des valeurs de minéralisation totale dépassant les normes de l'O.M.S, soit 1500 mg/l.

Pour mieux suivre l'évolution de ces concentrations dans les différentes nappes et suivant le sens de l'écoulement, nous avons opté pour une représentation en carte de minéralisation (concentrations en sels dissous en g/l) désignant chaque nappe et dans toutes les régions étudiées.

Pour la nappe du Miopliocène de la région de Ouargla (figure1), les concentrations varient entre une valeur minimale de 2,07 g/l et une valeur maximale de 5,19 g/l.

Cette carte montre que le sens d'accroissement de la minéralisation se fait toujours du Sud- Ouest vers le Nord- Est (vers les chotts et sebkhas), ce qui coïncide aussi avec le sens de l'écoulement de la nappe.

Cette augmentation de la salinité peut être due à la concentration des sels au niveau de la nappe du Miopliocène et l'hétérogénéité de la formation (sables, argiles, marnes et gypses).

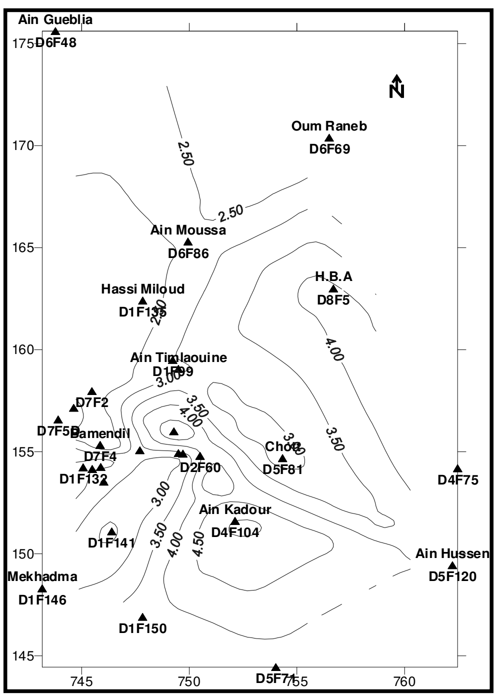


Figure 1 : Carte de la minéralisation, Nappe du Miopliocène région de Ouargla

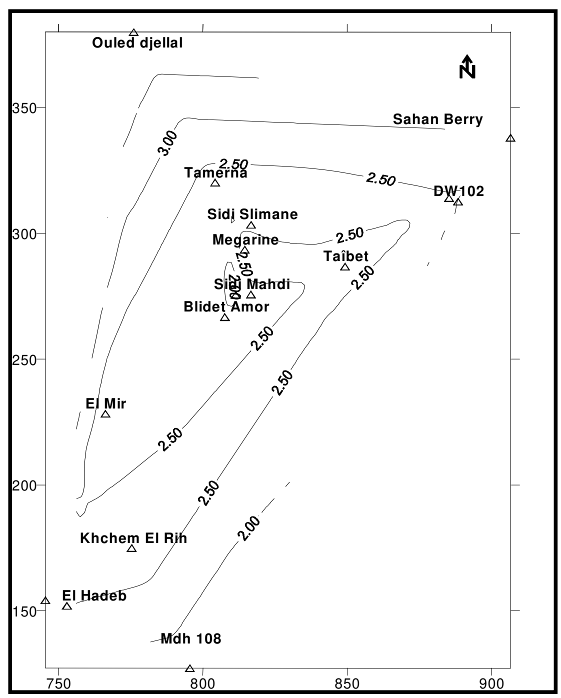


Figure 2 : Carte de la minéralisation de la nappe de l'Albien, région orientale du Sahara septentrional.

Selon SCHOELLER(1948) ,pour la famille chlorurée et sulfatée sodi-calcique et magnésienne ainsi que pour la famille chlorurée sodique et potassique la lithologie de l'aquifère est plus fine, la circulation de l'eau est difficile, le temps de contact eau- roche augmente d'où l'augmentation de la salinité et l'influence des argiles devient plus marquée. Cette interprétation traduit le phénomène de concentration par dissolution.

Les eaux de la nappe de l'Albien sont modérément minéralisées, les concentrations en sels varient entre 1,73 g/l (Albien Tamerna) à Touggourt et 3,01 (Albien Ouled Djellal) à Biskra. Sur la carte (Figure 2) on observe la progression de la minéralisation qui se fait du Sud- Ouest (à Ouargla) vers le Nord- Est (à Biskra), l'évolution se fait de 2 à 3 g/l .

IV. 7 Teneurs en fluor :

Les teneurs en fluor les moins élevées se trouvent dans la nappe de l'Albien quelque que soit la région considérée (Tableau 6).

Tableau 6 : Teneurs en fluor des eaux souterraines de la région orientale du Sahara septentrional.

Région	Nappe	F^- (mg/l) Valeur minimale	F^- (mg/l) Valeur maximale
Ouargla	Phréatique	0.14	3.05
	Miopliocène	0.90	2.26
	Sénonien	1.22	2.20
	Albien	0.56	0.65
El Oued	Phréatique	2.56	5.21
	Pontien	1.58	2.14
	Albien	0.36	0.8
Touggourt	Miopliocène	2.04	3.01
	Albien	0.5	0.7

Dans la nappe des sables (Miopliocène, Pontien) et des calcaires (Eocène, Sénonien), les teneurs dépassent dans tous les cas 1mg/l avec un accroissement suivant le sens de l'écoulement présumé des eaux considérées. La figure 3 présente une carte de la répartition des teneurs en fluorures de la nappe du Miopliocène dans la région de Ouargla.

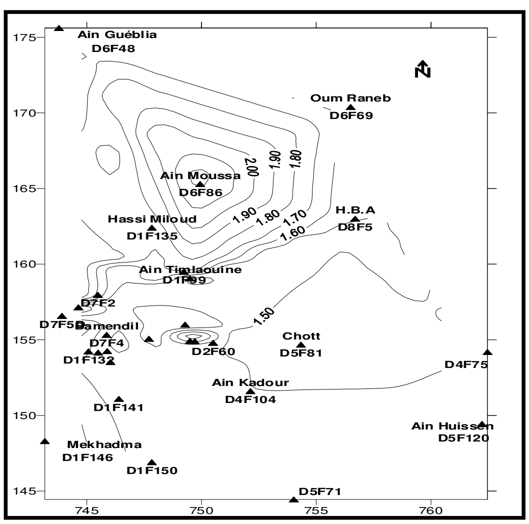


Figure 3 : Carte de la répartition des teneurs en fluorures dans la nappe du Miopliocène région de Ouargla

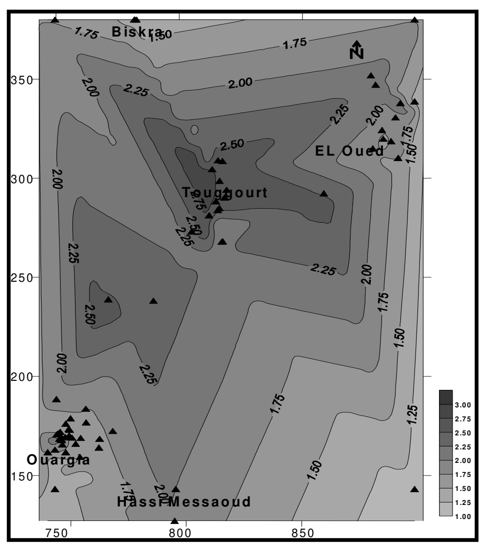


Figure 4 : Carte de la répartition des teneurs en fluorures dans la nappe du Miopliocène du Sahara septentrional.

Une carte des teneurs en fluor, (Figure 4), dans les eaux du Miopliocène est proposée pour toute la région orientale du Sahara septentrional. Elle montre que la région de Touggourt est celle qui présente les plus fortes teneurs en fluor.

V. CONCLUSION :

Cette campagne a concerné les deux principaux aquifères du Sahara septentrional, le complexe terminal et le continental intercalaire dans les régions de Ouargla, Touggourt, El Oued et Biskra, à différents niveaux aquifères.

Nous avons utilisé une variété de méthodes analytiques dans le dosage des éléments minéraux.

Il nous a été possible d'étudier l'évolution des principaux paramètres de qualité physico-chimique tant du point de vue géographique que géologique.

En particulier, les conductivités sont variables selon la région considérée et diminuent avec la profondeur de l'aquifère en allant de la nappe phréatique vers la nappe Albienne.

Les ions dominants sont le plus souvent les chlorures et les sulfates ainsi que le calcium et le magnésium. Les cartes de minéralisation dressées indiquent un accroissement de ce paramètre dans le sens de l'écoulement des eaux.

Quant au fluor, les teneurs les moins élevées se trouvent dans la nappe de l'Albien quelque soit la région considérée.

Concernant la nappe des sables et des calcaires, les teneurs dépassent dans tous les cas la norme de potabilité.

D'une façon générale, les caractéristiques minérales des eaux de la région d'étude sont apparues globalement médiocres avec des valeurs non- conformes aux normes de potabilité, notamment en ce qui concerne les nappes les plus exploitées (Nappes du complexe terminal).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ACHOUR. S (1990): La qualité des eaux du Sahara septentrional en Algérie- Etude de l'excès en fluor, Tribune de l'eau, Cebedeau, n°6, 42 (542), 53-57.
2. A.N.R.H (1986): Ressources en eau et en sols de l'Algérie, rapport.
3. AZOUT. B., ABRAHAM. J (1978): Existence et causes des fluoroses humaines dans la région d'El Oued, Annales de l'I.N.A., Volume VIII, 3, 5-12 Alger.
4. BEL F., CUCHE D (1970): Etude des nappes du complexe terminal du bas Sahara. Données géologiques et hydrogéologiques pour la construction du modèle mathématique, D.H.W., Ouargla.
5. BOUARICHA K (1971): contribution à l'étude de l'intoxication fluorée, chronique, osseuse dans la région su Souf (Algérie), thèse de Doctorat en Médecine, Université d'Alger.
6. C.D.T.N. (1992): Etude hydrochimique et isotopique des eaux souterraines de la cuvette de Ouargla, rapport.
7. DEAN H.T. (1942): The investigation of phisiological effects by the epidemiological method. Am. Assoc. Adv. Sci., 19: 23-31.
8. E.R.E.S.S (1972): Etude des ressources en eau du Sahara septentrional. Utilisation des modèles pour l'établissement des programmes d'exploitation, Vol. II, Vol. III, Vol. V.
9. O.M.S (1972) : Normes internationales applicables à l'eau de boisson, Genève.
10. O.M.S (1985) : Fluor et fluorures, Critères d'hygiène de l'environnement, 36, Organisation mondiale de la santé, Genèse, 150pp.
11. PINET F., BARRIERE J., BOUCHE B. (1961) : Endemic fluorosis of aqueous origin in Souf. Darmous and fluorosis osteoporoses. A report of 51 cases of condensing osteoses, Algérie Med, 65.
12. RODIER J. (1984): L'analyse de l'eau ; Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 7ème Edition, Ed. Dunod, Paris.
13. SCHOELLER, H. (1948) : Les modifications de la composition chimique de l'eau dans une nappe. Assemblée générale d'OSLO de l'union Géodésique et Géophysique internationale.
14. TABOUCHE N (1999): Etude de la répartition spatiale des teneurs en fluorures des eaux souterraines du Sahara septentrional, Thèse de Magister en sciences hydrauliques , Université de Biskra, Algérie.
15. TRAVI Y (1993): Hydrogéologie et hydrochimie des aquifères du Sénégal. Thèse de Doctorat.
16. TRAVI Y., LECOUSTEUR E. (1982): Fluoroses dentaires et eaux souterraines : l'exemple du Sénégal, eau du Québec, 15, 9-12.

(28-37)

Essai de Fixation Mécanique des Dunes et Protection des Plantations Contre le Déchaussement des Racines par l'utilisation d'un Matériau Industriel : Cas du Film Plastique

Ali CHOUIAL & Bilal ROULA
Institut National de recherche Forestière, B.P. 37, Chéraga, Alger (Algérie). tél./fax : 034/51-32-76
jijel@inrf.org.dz
roula_bilal@yahoo.fr

RESUME :

La fixation mécanique des dunes est indispensable avant toute plantation, car elle permet d'atténuer le risque de déchaussement des plants mis en terre. A cet effet, différents matériaux biologiques ou synthétiques ont été testé par l'institut national de recherche forestière.
Les matériaux végétaux inertes (fascines de pin d'Alep, laurier rose, palmes sèches, roseau…etc.) ont fait l'objet d'expérimentations diverses, et les résultats obtenus ont été très probants. Malgré cela, vu l'ampleur des superficies à traiter et l'indisponibilité en quantité suffisante, ces matériaux ont été délaissés.
Parmi les matériaux synthétiques testés, certains n'ont pas pu assuré une bonne stabilisation des dunes, c'est le cas des plaques en fibrociment, et le bitume. D'autres, ont donné de bons résultats, c'est le cas de la maille plastique, qui n'a pourtant pas permit son utilisation à grand échelle, compte tenu de son coût de revient excessif.

C'est dans ce contexte que nous avons jugé utile de tester le film plastique. Sur le plan technique, les résultats sont très concluant, car de part sa facilité de mise en place, sa durée de vie est importante et elle assure une bonne protection des plantation contre le déchaussement des racines. Sur le plan économique le coût de revient des installations a été considérablement réduit.
Mots clés : Ensablement, dunes, film plastique.

SUMMARY:

Before all plantation the mechanical fixing of dunes is indispensable, it permits to stop risks to denude roots of plantations. To this effect, different biologic or synthetic materials have been tested by the national institute of forest research.
Tests with the inert biologic materials (fascinate pine of Alep, pink laurel, dry palms, roseau…etc.) made the object of various experimentations, and the gotten results were a lot of probates. But, seen the importance of surfaces to fixing, the use of these materials has been abandoned, because of availability in sufficient quantity.
Among the tested synthetic materials some were not able to assured not a good stabilization of dunes, it is the case of plates in fibrocement, and the asphalt. Gave good results of others, but cannot be used to big scale, considering the cost of comes back excessive. It is about plastic stitch. .
For it we judged useful to test the plastic movie. On the technical plan results are very conclusive, because of part his easiness appropriate in place, his life span is important and it assures a good protection of the plantation. On the economic plan the cost of comes back of facilities has been reduced considerably.

Key words: Blinding, dunes, plastic movie.

PROBLEMATIQUE :

Compte tenu de l'état de dégradation des territoires steppiques algériens et des fortes pressions humaines et animales qui s'exercent sur ces écosystèmes, la reconstitution du couvert végétal, ne peut dans la majorité des cas être assurée naturellement et nécessite de plus en plus au recours à des techniques d'aménagement appropriées, telles que, la fixation des formations sableuses par les différents procédés mécaniques et biologiques et la plantation d'espèces ligneuses. Durant les dernières années, plusieurs techniques de fixation de dunes et de lutte contre l'érosion éolienne, ont été mises au point avec de grands progrès, mais il reste beaucoup a faire, car Il n'y a pas encore de solutions définitives ou miracles pour combattre la désertification. Les solutions a prescrire sont souvent onéreuses, difficiles a maîtriser et spécifiques à chaque lieu et à chaque situation.

Parmi les lacunes qui subsistent encore et qui entravent souvent la démarche permettant d'enrayer la désertification, on cite en premier lieu l'insuffisance de matériaux végétaux inertes, tels que les fascines de Pin d'Alep, les roseaux, les palmes sèches et les branches de laurier rose, dans les zones semi-arides.

Au début du lancement des travaux de fixation mécanique des dunes en Algérie, ces matériaux ont été utilisés souvent d'une manière systématique au niveau de tous les projets de fixation de dunes. Par la suite, compte tenu de l'ampleur des programmes de lutte contre la désertification, il s'est avéré que ces matières ne pouvaient satisfaire en quantités suffisantes les besoins immédiats des travaux. D'autre part, certains inconvénients ont été relevés, telles que, l'hétérogénéité et la difficulté de maîtrise de la perméabilité des palissades; la nécessité d'entamer les travaux d'entretien et de regarni des dispositifs installés après le passage des vents violents ; la durée de vie relativement courte des matériaux biologiques inertes.

Pour surmonter ces handicaps, un programme de recherche sur les techniques de fixation de dunes et de lutte contre l'ensablement, a été élaboré par l'institut national de recherche forestière, les objectifs de ce programme s'articulaient autour d'une approche expérimentale, visant à tester les différents matériaux susceptibles de satisfaire les besoins urgent des travaux en quantité suffisante. A cet effet, plusieurs techniques de lutte mécanique ont été expérimentées en vue de tester leur efficacité vis à vis des déplacements de sables et leur incidence sur la stabilité des dunes vives. Les dispositifs ont fait appel à des matériaux de nature et d'origine diverses, tels que les plaques en fibrociment, le texand, les pneus usés, le bitume et la maille plastique extrudée.

La maille plastique en tant que produit industriel, convenait parfaitement aux travaux de fixation de dunes. Cependant, les coûts de revient à l'hectare des dispositifs, constitue une contrainte majeur quant à la généralisation à grande échelle de la technique. C'est dans ce contexte, que nous nous sommes proposé de tester le film plastique en polyéthylène, pour la fixation mécanique des sables et la lutte contre le déchaussement des racines, afin de contribuer d'une manière significative à la réduction des coûts et de diversifier les techniques et les matériaux de fixation.

Objectifs de l'essai:

L'objectif déclaré est de lutter contre le déchaussement des racines des nouvelles plantations et dont l'intervention se place au niveau physique. Il s'agit de rechercher de nouvelles techniques et nouveaux matériaux de fixation mécanique des dunes, afin de réduire les coûts de fixation à l'hectare et d'augmenter le taux de réussite des plantations;

Fixation des dunes (notions fondamentales):

Fixation mécanique :

La protection mécanique des sables contre l'érosion éolienne, a pour objectif de limiter les phénomènes de saltation et de reptation. La lutte contre ces deux phénomènes de déplacement des particules fines, consiste à maintenir les grains de sable sur place en diminuant la vitesse du vent près de la surface du sol, sachant que 90 % du sable se déplace à une hauteur < 50 cm [1. 2]. Le principe fondamental consiste à installer des obstacles (palissades), capables à la fois de stabiliser (protéger) les sables et de réduire ou d'atténuer la vitesse des vents actifs, jusqu'à un niveau inférieur ou égal à la vitesse de mise en marche des particules de sables, estimée de 4 à 5 m/s [1,2,3], tout en empêchant le déplacement des particules de sable. Il s'agit donc, de créer une stabilité du milieu dunaire, condition indispensable pour le développement des plants introduits et à la végétation naturelle pour se régénérer et coloniser la dune.

Les techniques de fixation mécanique sont souvent dictées par les réalités du terrain et les situations dans lesquelles on se trouve confronter. La conception d'une technique fiable dépendra ainsi des spécificités des dunes à protéger, des matériaux a utiliser et notamment des conditions géomorphologiques et climatiques de la zone où se déroule l'opération [4.5].

Parfois, il est nécessaire d'opter pour utilisation des procédés permettant la stabilisation des sables sur place, ce sont des protections perméables (palissades perméables à 50%) sous forme de palissades linéaires ou en damier (carroyages) [4.6]. Certains cas, exigent l'application des techniques qui favorisent l'accumulation et le dépôt de sable, il s'agit de protections imperméables (palissades imperméables), favorisant la création de dunes artificielles (zone de très faible pluviométrie) [4.5.7]. Par contre, dans d'autre situation, l'application des techniques de défilement et de l'accélération des vents doit être privilégier, pour permettre le dégagement des sables au niveau des endroits nécessitant une protection contre les accumulations de sable (cas des canaux d'irrigation et voies de communication).

Pour le cas échéant, la nouvelle technique envisagée diffère complètement de ce que nous avons connu auparavant, il s'agit de protéger les jeunes plants au moment de leur plantation sur les dunes contre l'action érosive du vent au dessous de la surface en utilisant le film plastique [5.6].

Fixation biologique:

La deuxième opération d'ordre biologique comprend le boisement systématique de la dune, et intervient souvent juste après l'installation des palissades et des protections mécaniques. A ce propos, il faudrait noter que le boisement des dunes se fait avec des espèces végétales adaptées aux conditions climatiques du milieu dunaire (gel, vents violents, pluviométrie faible et sécheresse prolongée), supportant les phénomènes de déchaussement des racines, de l'ensablement et présentant des capacités fixatrices excellentes [5.6].

Le travail des vents : le vent est un agent érosif très actif dans les régions semi-arides, il intervient activement dans le façonnage des formations sableuses. Entant que fluide doué d'énergie cinétique, le vent prend en charge les particules fines qu'il trouve à sa disposition [3.4.7.8]. Le mécanisme de transport des grains de sable s'exerce selon trois modes de déplacements, qui différent selon les diamètres des grains. A ce propos, on distingue la suspension (2%), la saltation (23%) et la reptation (75%) [3.9.7.10]. D'autre part, on admet actuellement que l'action mécanique efficace du vent ne monte pas très haut, et on estime que 90% des grains de sable en saltation sont contenus dans les 30 premiers centimètres de la surface du sol[3.7.11]. Ainsi, Il ressort de constat, que des palissades de hauteur comprise entre 30 et 50 cm, permettent de contrôler le mouvement de plus de 90% de la masse de sable éolien en déplacement [3.4.7].

La déflation est une action des vents forts sans charge, agissant sur un substrat sableux, par le balayage (transport) des particules fines à partir d'une surface dépourvue du couvert végétal, en laissant sur place les éléments les plus grossiers [3.4]. Cette action érosive du vent, provoque le déchaussement et la mise à nu des racines des jeunes plants non protégés, après leur mise en terre. Ce déchaussement a toujours constitué un handicap majeur, vis-à-vis des plantations réalisées dans les milieux dunaires. Par contre, la corrasion est une action mécanique, dans laquelle, le vent chargé de grains de sable exerce une action corrosive efficace, semblable à l'action de mitraillage produite sur les roches ou d'autres obstacles, et cette action est néfaste pour certaines espèces végétales fragiles [3.4].

Localisation et caractéristiques climatiques de la zone d'étude :

La zone d'étude, fait partie de l'étage bioclimatique semi-aride a hiver froid. Elle 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 au Sud d'Alger. Les parcelles expérimentales sont implantées au niveau du Zahrer Gharbi au lieu dit El-Mesrane. Les principales formations de dunes rencontrées sont [12,13]: les dunes anciennes à matériaux non gypseux, les dunes anciennes à matériaux gypseux et les dunes actuelles. Parmi ces trois type de formations, on trouve essentiellement la dominance des dunes vives actuelles qui sont très vulnérables vis-à-vis de l'action de l'eau et du vent, qui constituent les principaux acteurs du processus de morphogenèse. Les édifices sableux dans cette zone, présentent une morphologie assez variée (dunes vives coalescentes, Nebka, sifs, barkhanes, micro-dunes, et voiles sableux).

Tableau I : Caractéristiques climatiques de la zone d'étude [14]

Minimum absolu observé	m"=-12°C
Moyenne de tous les minima	m =6.5° C
Maximum absolu observé	M"=40.0°C
Moyenne de tous les maxima	M =23.8° C
Moyenne mensuelle	M+m/2 =13.35°C
Quotient d'Emberger	Q_2= 33.2° c.
Pluviométrie annuelle	250 mm
Nombre de jours de pluie	63

Les vents sont très violents et peuvent atteindre des vitesses supérieures à 60 km /h (16.6 m/sec), provoquant des phénomènes de déflation ou de remaniements des formations superficielles et d'ensablement des terres de cultures, des parcours, des agglomérations et des infrastructures socio-économiques. Ces manifestations d'érosion éolienne sont très importantes, d'une part à cause de la fragilité du milieu caractérisé par une abondance de sédiments sableux libres et d'autre part à un faible taux de recouvrement végétale.

Matériels et Méthodes:

Matériel utilisé:

L'essai a été installé en 1989, sur un voile sableux de 2752 m². La mise en place des palissades a nécessité l'utilisation du film plastique en polyéthylène, des piquets en bois de 60 cm de long et quatre espèces végétales, d'origine différente (deux autochtones et deux allochtones).

Le film plastique est un produit industriel largement utilisé en agriculture, il se présente sous forme de rouleau de 50 m de long sur 4 m de large. Le choix des espèces utilisées a été motivé par leur faculté d'adaptation aux conditions locales, démontrée lors des essais précédents, il s'agit de *Tamarix articulata* (boutures racinées), *Tamarix articulata* (boutures non racinées), *Atriplex canescens* (plants élevés en pépinière), *Atriplex halimus* (plants élevés en pépinière); *Eleagnus angustifolia* (plants élevés en pépinière); [5.12.15.16].

Méthode :

Mise en place du film plastique : Les lignes tracées en courbes de niveau et perpendiculairement aux vents efficaces, sont sillonnées par des tranchées creusées à 30 à 35 cm de profondeur et 20 à 30 cm de largeur, pour abriter le film plastique. L'espacement entre les fossés est de 4 à 5 m. Des piquets en bois enfoncés à une profondeur de 80 cm, tout le long du réseau de carroyage, sont destinés au tuteurage de la palissade (*photos 1*).

Photo 1 : Stade initial du voile sableux juste après la mise en place du film plastique et de la plantation

Le film plastique coupé en bandes de 30 à 35 cm de largeur, est ensuite placée verticalement dans la tranchée, de telle sorte qu'une largeur de 5 cm de ce film soit apparente en surface pour constituer la palissade (*figure 1a et 1b*).

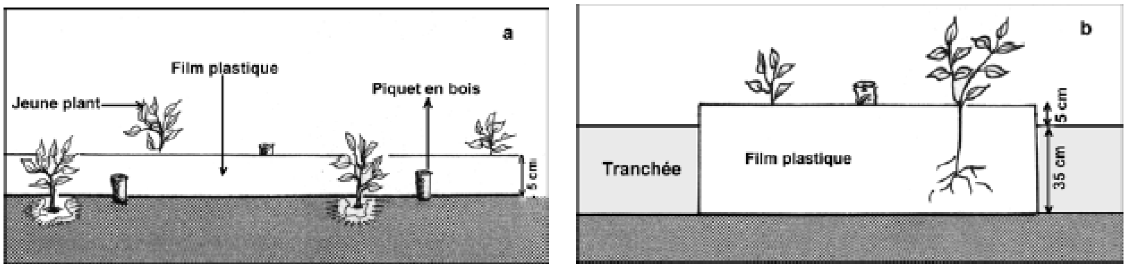


Fig.1 : Installation du film plastique polyéthylène en fixation mécanique des dunes
a)- Vue de près ; b)- Coupe longitudinale d'une tranchée

Pour assurer la solidité du dispositif, le film plastique doit être bien tendue et soutenu par les piquets en bois. Les plants sont par la suite mis en terre de part et d'autres du film plastique dans les fossés, selon la densité choisie, soit 1.5 à 2 m et enfin les tranchées sont comblés avec du sable humide (*Photo 2*) [5. 6].

Photo 2 : Présence du film plastique après 15 années d'installation

Technique de plantation: Le boisement a lieu à la fin de l'automne immédiatement après des précipitations suffisantes sur un voile sableux sur lequel l'activité éolienne est importante.

Résultats et discussion:

Le taux de réussite des plantations est satisfaisant pour les quatre espèces. Le *Tamarix articulata* a réaliser 70% pour les boutures racinées et 40% pour les boutures non racinées (*photo 3*) et un accroissement annuel en hauteur très appréciable avec 50 à 70 cm, durant les quatre premières années. L'olivier de bohême marque également un taux de réussite important et un accroissement annuelle en hauteur + 70 cm/an. Enfin la hauteur moyenne des plants est importante pour les quatre espèces (voir tab. II).

Photo 3 : Ligne de plantation en Olivier de Bohème et en Tamarix après 15 ans de mise en place du dispositif

Tableau II : Croissance en hauteur et diamètre de la touffe des espèces expérimentées

	Sujet 1		Sujet 2		Sujet 3		T/ réussite
Espèces expérimentées	H (m)	Ø (cm)	H (m)	Ø (cm)	H (m)	Ø (cm)	%
AtripAtriplex canescens	0.98	1.40	1.20	1.60	0.98	1.40	76
Atriplex halimus	0.87	1.13	0.93	1.26	0.87	1.13	74.3
Tamarix articulata	1.78	2.85	1.57	2.14	1.78	2.85	40 à 70
Eleagnus angustifolia	2.40	2.72	1.97	2.54	2.40	2.72	68

Quinzaine années après l'expérimentation, la colonisation de cet espace dunaire (voile sableux) par une strate herbacée et arbustive actuellement est réel comme le confirme la photo n° 01 qui représente la phase initiale et la photo 2 et 3, illustrent l'état de ce milieu dunaire après 15 ans. Cette stabilisation des sables mouvants a permis a l'installation d'une strate herbacée à l'origine d'une remontée biologique perceptible. La dominance des espèces appartements aux familles des graminées, composées et aux légumineuses
sur les dunes fixées récemment, notamment Schismus barbatus, Aristida pugens et Koeleria pubscens, constitué un indice de fertilité et d'évolution du sol par rapport à la dune vive [16.17].

De point de vue technique, les tentatives d'amélioration portées sur la maille plastique en tant que palissade de protection mécanique (qualité de la maille, piquets et système d'attache) lors des essais précédents, ont abouti à des résultats spectaculaires. La durée de vie de la maille plastique noire a pu être augmenté de 1 à + 8 années, en raison de sa résistance mécanique qui a été améliorée et par conséquent la fréquence des déchirures a baissé. L'utilisation des nouveaux piquets en plastique (prototype 1 et 2), dont la durée de vie dépasse 16 années, a définitivement résolu le problème de fixation de la maille aux piquets.

Le coût de revient relativement important de ces dispositifs, nous a incité a rechercher d'autres matériaux de substitution facile a installer et moindre coût. Ainsi, nous avons opté pour le film plastique en polyéthylène, et nous l'avons tester en appliquant d'une nouvelle technique de fixation des sables mouvants, tout en visant a protéger les racines des jeunes plants contre les vents forts et violents qui causent leur déchaussement (mise a nu des racines), et par conséquent leur dépérissement.

Parmi les observations notées lors de cette expérimentation, il faudrait citer l'avantage majeur obtenu à la suite de cet essai. En effet, l'utilisation du film plastique en polyéthylène a mit un terme au problème de déchaussement des racines, phénomène redoutable pour tous les travaaux de plantation dans les régions du semi-aride, qui ont été souvent difficile à les maîtriser par les techniques classiques de fixation des dunes. En outre, mise à part la facilité et de la rapidité de la mise en place des dispositifs, l'usage du film plastique offre la possibilité de mécaniser les travaux. Le dispositif peut substituer l'installation des palissades de protection mécanique, dans plusieurs situations avec de moins coût et efficacité suffisante. Cette technique peut être considérer comme la technique la moins coûteuse et la pus facile qui convient le mieux la lutter contre le phénomène de déchaussement des racines dans les nouvelles plantations. La durée de vie de ce produit est plus longue et assure ainsi, aux plants mis en terre, un temps de protection largement suffisant (soit plus de 8 ans), leur permettant d'arriver à développer un système racinaire capable de stabiliser les sables par la suite.

La mise en place du film plastique en polyéthylène dans les fossés nécessite un tuteurage simple avec des piquets de 70 cm de long, même de qualité médiocre et elle ne nécessite aucun travail d'entretien. Sur le plan technique, ce matériau a montré une performance remarquable pour la lutte contre le déchaussement des racines de plants, ainsi que son efficacité sur les voiles sableux, les micro-dunes et sur les endroits à faible activité éolienne.

Du point de vue économique, le faible coût de revient à l'hectare des dispositifs installés avec le film plastique, par apport a ceux conçus avec d'autres matériaux (produits végétaux, maille plastique), constitue un atout majeur pour l'utilisation a grande échelle de ce matériau.

Enfin, concernant la fixation biologique, les résultats obtenus sont très satisfaisants, nous avons enregistré un taux de recouvrement végétal très appréciable (soit > 70% en 1987), dépassant largement le taux optimal de 30% exigé [17.18], rappelons a ce sujet que, l'érosion éolienne commence à se manifester, si le recouvrement végétal est inférieur à 15% [19]. La réussite des plantations confirme également, l'efficacité de cette nouvelle technique (lutte contre le déchaussement des racines).

Photo 4 : Déchaussement des racines d'un sujet d'Olivier de Bohème sur une longueur de 4 m, environ provoqué par l'action des vents

Pour ce qui est des plantations, l'*Atriplex canescens* a confirmé ces performances en matière de fixation des sables, d'une part par son enracinement dense et profond et son branchage étalé, assurant un bon recouvrement végétal, et d'autre part grâce a sa forte résistance au déchaussement et à l'ensablement, qui dépassent de loin les autres espèces. Elle se régénère facilement aussi bien par drageonnage, que par rejet de souche. L'adaptation de l'espèce est meilleure sur les sommets des dunes. A titre d'exemple, sur le sommet d'une dune de 16 m de hauteur à d'El-Mesrane, une touffe d'*Atriplex canescens* a atteint au bout de 4 ans, les dimensions de 1.40 x 1.40 x1.40 m. Une autre caractéristique de cette espèce qui mérite d'être évoqué, concerne sa faculté de conserver son feuillage pendant la saison estivale, période durant laquelle on observe la dessiccation de la majorité des espèces végétales. Concernant la fructification, les observations ont montré que la fructification de l'Atriplex, a atteint son maximum à partir de la deuxième année, la quantité moyenne de graine récoltée par touffe varie de 350 à 600 g.

CONCLUSION:

Il existe une abondante littérature scientifique et technique sur les différents types de dégradations qui caractérisent la désertisation, en revanche peu de publications traitent la mise en oeuvre effective des techniques et les méthodes de lutte avec pertinence [20]. Pour nous en Algérie, les réflexions doivent portées plus particulièrement sur la mise en ouvre des techniques et méthodes de lutte contre la désertification afin de maîtriser les opérations de terrain, car ce domaine est moins documenté par les publications.

A propos de cet essai, les principaux objectifs de l'expérimentation ont été atteints. En effet, le dispositif a permis la stabilisation des sables mouvants contre l'érosion éolienne. Les acquis techniques et méthodologiques réalisés par cette modeste expérience dans un milieu fragile et instable représentent une masse d'informations et de renseignements très appréciables, facilement transposables et applicables dans la grande majorité des situations écologiques de la steppe algérienne.

En effet après une quinzaine années, le modèle de stabilisation mécanique des dunes mis en place, demeure encore intact et confirme une fois de plus son efficacité, face l'agressivité de l'action des vents violents. La colonisation de l'espace dunaire par une strate herbacée et arbustive est réel ainsi une remontée biologique garant d'une stabilisation. Ce dispositif convient parfaitement, aux voiles sableux, micro-dunes, dunes de faible pente et aux endroits où l'activité éolienne est moins intense. Cette technique peut être applique pour assurer la création également des réseaux de bandes boisées, des rideaux-abris ou de micro-brise-vent, afin de créer les conditions d'existence de la production agricole ou de protéger les périmètres agricoles existants contre l'érosion éolienne, de réduire l'évaporation du sol, de réduire la transpiration des plantes et pour conserver l'humidité dans le sol. Ces bandes boisées, offrent souvent des avantages directs pour les plantations agricoles en permettant des rendements plus élevés et offrent un abri au bétail, aux pâturages et aux bâtiments d'exploitation agricole. En effet, les résultats obtenus sont satisfaisants (même dans des conditions difficiles du milieu dunaire, voir photos), la stabilisation totale du voile sableux a été assuré, avec un taux de réussite important des plantations. Le coût réduit de ce type d'installation (à moins d'un 20% par rapport au coût de la maille plastique et moins de 50 % par rapport à l'utilisation des produit végétaux), offre de grandes perspectives, quant à la généralisation de son utilisation a grande échelle dans les travaux de fixation de dunes et notamment au niveau des zones à faible activité éolienne. Le comportement des plantations est très remarquable, aussi bien du point de vue adaptation au milieu physique (résistance aux gelées, sécheresse, ensablement et déchaussement des racines), que du point de vue croissance des plants, la capacité fixatrice des espèces aussi bien locales que celles introduites est considérable, et elle est assurée aussi bien par l'étalement de leur branchage, que et par leur système racinaire puissant, dense et pivotant. Le nombre important et les variétés des différentes espèces végétales indiquent les conditions favorables a leur installation dans ce biotopes [16.17.18].

Enfin, à la lumière des résultats obtenus par cette expérience de fixation des sables mouvants e de lutte contre le déchaussement des racines, expérimentées pour la première fois au niveau du cordon dunaire de des Zahrez, ce type de dispositif semble qui s'adapte bien au phénomène de déchaussement des racines. Il constitue un modèle a adopter dans les zones où l'activité éolienne est de moindre intensité (région steppique). Sa facilité d'installation avec la possibilité de mécanisation et son faible coût à l'hectare offrent de grandes perspectives quant a son utilisation par les agriculteurs à grande échelle.

VII - BIBLIOGRAPHIE

1- AUFRER L. 1931. Le cycle morphologique des dunes.
2- BAGNOLD. R.A. 1953. Formes de dunes de sable et régime des vents. C.N.R.S, Paris.
3- DEMANGEOT J. 1981. Les milieux naturels désertiques. CDU-SEDES, Paris, 261 p.
4- SVINTSOV I. et TCHEREDNITECHEKO. V. 1986. Etude de la déflation et du transport du sable. In principes et méthodes de fixation des sables mouvants; PNUE, p.92.
5- 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. I.N.R.F, Alger, 108. P.
6- CHOUIAL A.1989. Utilisation de la maille plastique extrudée en fixation mécanique des dunes. I.N.R.F; Semin, Intern., sur la plasticulture,
7- COQUE R. 1988. Géomorphologie. Armand-Colin, Paris, p.140.
8- GUYOT G.1980. L'érosion éolienne. INRA, Station bioclimatologie de montfavet.
9- MAINGUET M. 1983. Dunes vives, dunes fixées, dunes vêtues: une classification selon le bilan d'alimentation, le régime éolien et la dynamique des édifices sableux.. Z. Géomorph , N. F, Supp-bd. 45, 265-285, Berlin-Stuttgart.
10- BEN SALEM B. 1983. Dynamique et stabilisation des formations dunaires. in actes du séminaire sur les problèmes d'érosion éolienne dans les zones pré désertiques, Tunisie.p41.
11- KHETTALI H.1983. Contribution à l'étude de dynamique des dunes dans les parcours du Sud tunisien. Actes du séminaire sur les problèmes de l'érosion éolienne. Tunisie, 41 p.
12- POUGET M. 1980. Les relations sol-végétation dans les steppes sud algéroises méridionales. Trav. doc. OROSTOM., 550P Paris. Univ. Aix-Marseille, 1979.
13- TRAYSSAC J. 1981: Migration de sable éolien depuis l'Holocène dans les monts de Ouled Nail, Algérie. USTHB, Alger.
14- SELTZER. 1946. Climat de l'Algérie. Recueil des données météorol. Univer. d'Alger
15- ROUCHICHE S. 1984. Choix et diversification des espèces pour les reboisements. Alger, I.N.R.F, rapport interne, p32.
1. 16 KAABECHE M. 1990. Les groupements végétaux de la région de Bou-Saada (Algérie). Contribution à la systématique des groupements steppiques du Maghreb. Thèse. Doc. Es Sces. Univ., Paris-Sud, France. 2Volumes : 104 p + ann.
16- CHOUIAL A. 2003. Etude de la dynamique de la végétation sur les dunes fixées dans la zone d'El-Mesrane (cordon-dunaire). CRSTRA, Biskra, Journ. Alg. Rég. Arides, 2, pp 31-41.
17- 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), CRSTRA , Taghit, Adrar, 4, 5 et 6 novembre 2001.
18- H. N. Le HOUEROU. 1979. La désertification des régions arides. La recherche, n 69, Vol. 10, pp.336-344.
19- CORNET A. 2004. La Désertification : Un problème d'environnement, un problème de développement. Président du comité scientifique français pour la désertification. Paris Institut de Recherche pour le Développement. 06 p.

(38-43)

Conception et mise au point de substrats de culture pour la production de plants de chêne liège (*Quercus suber L.*) à partir de matériaux locaux .

Bilel ROULA* & Ali CHOUIAL
(Station Régionale de recherche Forestière de Jijel).Institut National de Recherche Forestière
E-mail : roula_bilal@yahoo.fr
* Projet PNR II. INRF/CRSTRA
**Etude des possibilités de régénération et rénovation des formations à chêne-liège dégradées et incendiées, en fonction du degré de perturbation des milieux et de la fertilité des stations forestière, dans une région humide : cas de la région de Jijel. Projet PNRII, financé par le CRSTRA.*

RESUME

Au cours de cet essai, nous avons tenter de produire des plants de chêne liège (Quercus suber L) en hors sol à partir de supports de culture locaux. Au total huit mélanges ont testé, parmi eux, un substrat considéré comme idéal a été pris comme substrat témoin (50% tourbe blonde + 50% écorce de pin). Les paramètres d'appréciation retenus pour juger la qualité des plants concernent la hauteur du plant, le diamètre au collet, et la biomasse aérienne (tige + feuillage) et racinaire.
Les résultats obtenus offrent de grandes perspectives, en matière de reboisement. En effet, la production de plants de chêne-liège de qualité conforme aux normes peut être lancée à grande échelle au niveau des pépinières, et ceci par l'utilisation de matériaux locaux tels que la terre végétale de la subéraie et l'écorce de pin.

Mots clés : Chêne-liège, hors-sol, substrats, croissance.

SUMMARY

During this test we have tempt to produce of oak cork plantations some out from local materials. To the total eight miscellanies tested, among them a substratum considered like ideal has been taken like substratum witness (50% blond peat + 50% peel of pine). Parameters of appreciation retained to judge the quality of plantations concern the height of the plantation, the diameter to the collar, the biomass of the aerial part (stem and foliage) and the biomass of roots.
The gotten results offer big perspectives, concerning reforestation. Indeed, the production of plantations of quality oak - cork compliant to norms can be launched on a big scale at the level of pépinièreses, and this by the local material use as the plant earth of the suberaie and the peel of pine.

Key words: Crook-oak, out of soil nursery, quality young trees, substrate

INTRODUCTION

A l'instar des autres formations forestières, les forêts de chêne-liège ne sont pas épargnées de la dégradation, elles subissent d'année en année une continuelle régression, tant sur le plan superficies boisées, que sur le plan production. En effet, le dernier inventaire forestier national, estime la superficie productive à 229000 hectares (BNEDER, 1984), alors qu'avant 1950, le l'espèce occupait 450000 hectares (BOUDY, 1950).

Ces pertes en superficies boisées, ont entraîné des répercussions défavorables sur les capacités de production de liège, estimées actuellement à 150.000 quintaux, soit à peine 48.38% de la production moyenne d'avant 1954 (DGF, 2003). Cette évolution régressive risque de compromettre la pérennité du patrimoine subéricole, et nécessite un recours au reboisement, notamment au niveau des stations forestières à fortes potentialités.

A ce propos, la production de plants de chêne-liège de bonne qualité constitue, l'élément essentiel de la réussite des plantations. D'autant plus que la multiplication de cette espèce obéit à des techniques plus adaptées qui diffèrent totalement du mode de culture pratiqué actuellement en pépinières traditionnelles. En effet, dans ces pépinières, l'élevage des plants se fait au sol en sachets de polyéthylène, dans un substrat de culture standard pour toutes les espèces produites.

Dans ce contexte, nous avons opté pour la culture en hors-sol. La recherche d'un substrat adapté aux exigences d'une culture oblige à opérer par mélange d'au moins deux matériaux de base, l'un pour retenir l'eau et l'autre pour jouer le rôle d'aérateur, car un seul matériau ne permet pas de satisfaire à la fois ces besoins (ARGILLIER, 1991). Ainsi, les matériaux disponibles localement ont été testé en vu de définir le ou les mélanges les plus appropriés pour la culture du chêne-liège.

Les mesures biométriques mensuelles permettent, de définir en fin du cycle d'élevage, le ou les substrats les mieux appropriés à l'élevage des plants de chêne-liège, aussi bien du point de vue comportement physiologique du végétal, que croissance. Il s'agit en fait, de trouver un substrat local convenable apte à remplacer le mélange supposé idéal (50% tourbe blonde+ 50% écorce de pin), couramment utilisé dans les pays méditerranéens.

MATERIEL ET METHODE :

Préparation des semences et conditions de culture : les glands ayant servis à l'expérimentation ont été récolté à la fin du mois de décembre à partir d'un peuplements bien venant d'altitude 580 m et exposé au nord-est. Après l'opération de tri, les glands jugés sains ont été conservés pendant trois mois en chambre froide à une température de + 2°C et une hygrométrie de 70% (BONNET, 1973). Le semis a lieu au mois de mars à raison d'un gland pré germé par conteneur, déposé horizontalement à une profondeur de 1.5 cm.

Le choix du conteneur est un facteur déterminant pour produire un plant de qualité. Le conteneur WM de Riedacker offre cette possibilité. Il est constitué de deux pièces rigides en polyéthylène, pliées sous forme de la lettre alphabétique W ou M selon le sens de la lecture. Assemblées, les deux parties forment ainsi un récipient sans fond de volume 400 cm^3. Ce type de conteneur largement utilisé dans les pépinières modernes, est conçu avec des angles inférieurs à 40 degré permettant au système racinaire de progresser verticalement et ainsi éviter le phénomène de spiralisation des racines latérales fréquemment observée en sachets de polyéthylène.

Matériaux utilisés et proportions testées au total quatre matériaux ont servis pour la l'installation de l'essai (deux rétenteurs d'eau et deux aérateurs). Pour des raisons de disponibilité, nous sommes surtout basé sur l'utilisation de la terre végétale de la suberaie comme matériau rétenteur d'eau principal.

Les proportions en volume de la terre végétale par rapport au volume du mélange varient de 30 à 70% lorsque celle-ci est associée aux granulés de liège, et elles sont de 40 ou 50% dans le cas de l'écorce de pin. Ainsi, la combinaison de tous ces matériaux a permis de mettre au point huit substrats (*Tableau 1*).

LES RETENTEURS :

-Terre végétale : matériau très abondant et d'origine organique (humus forestier), la terre végétale utilisée provient d'une subéraie limitrophe.

-Tourbe blonde : importée d'Estonie, la tourbe blonde présente des qualités appréciables de porosité (90%), de légèreté (masse volumique : 0,2 g/cm3). Son pH est fortement acide (3,7), elle est très riche en matière organique (95,90%) et sa capacité de rétention en eau, est estimée à 45% de son volume. Enfin il faut signaler que compte tenu de ses performances, elle a été considérée dans cet essai, comme matériau rétenteur d'eau de référence.

LES AERATEURS :

-Ecorce de pin compostée : l'écorce est récupérée après écorçage des grumes de pin maritime (*Pinus pinaster Ait*) dans une scierie. Pour pouvoir assurer sa fonction d'aérateur, l'écorce est broyage et compostage, ce matériau se présente sous forme de particules hétérogènes avec un diamètre variant entre 4 et 15 mm. Son taux de matière organique très important (68%) et sa teneur en azote très faible (0.35 %).

-Granulés de liège : Ce sont des particules qui proviennent de l'industrie du liège et dont le diamètre varie de 4 à 12 mm. Leur passage au four à une température de 400 °C , permet de réduire considérablement le taux élevé de tanin qu'ils renferment.

Tableau I : Composition des substrats testés

	COMPOSANTS	
Substrats	Eléments Rétenteurs d'eau	Eléments aérateurs
S1	Terre végétale 70%	Granulés de liège 30%
S2	Terre végétale 60%	Granulés de liège 40%
S3	Terre végétale 50%	Granulés de liège 50%
S4	Terre végétale 40%	Granulés de liège 60%
S5	Terre végétale 30%	Granulés de liège 70%
S6	Terre végétale 50%	Ecorce de pin 50%
S7	Terre végétale 40%	Ecorce de pin 60%
S8	Tourbe blonde 50%	Ecorce de pin 50%

1.2.2 PROTOCOLE ADOPTE ET PARAMETRES D'APPRECIATION :

Le dispositif expérimental est de type blocs aléatoire complet avec quatre répétitions (*Photo 1*). Chaque bloc est composé de 08 mélanges, le nombre total de plants est de 1280 plants (soit 8 x 40 x4).

Photo 1: Dispositif expérimental en pépinière hors-sol

Les paramètres d'appréciation concernent:

- Caractéristiques physico-chimiques des substrats,
- Taux de levée et de survie,
- Paramètres bio-métriques : hauteur de la partie aérienne (tige), diamètre au collet des plants, biomasse aérienne et souterraine.

Un échantillonnage de 25% de l'effectif total a été adopté pour le suivi de la croissance en hauteur et en diamètre des plants. Pour la quantification de la biomasse, deux plants par traitement ont été prélevés du lot, leur choix a été opéré d'une manière aléatoire. Après séparation de la partie aérienne (tige + feuilles) de la souterraine (pivot + racines latérales) et le passage des échantillons à l'étuve, on pèse séparément le poids sec des deux parties à laide d'une balance électronique de précision.

II/ RESULTATS ET INTERPRETATION:

2.1-Propriétés physico-chimiques :

Tableau II : Analyse physico-chimique des substrats

Substrats	pH	M.O (%)	C/N
S1	5.95	11.4	8.5
S2	6.32	9.88	6.09
S3	6.18	10.64	8.72
S4	6.36	6.84	6.1
S5	6.38	7.32	6.31
S6	6.91	15.2	9.74
S7	6.2	20.52	10.8
S8	3.72	65.36	27.93

A l'exception de référence (S8) qui présente un pH très acide (3.72) lié à la présence de la tourbe blonde, le pH des autres substrats reste toujours dans l'intervalle souhaitable à la culture en hors-sol , soit 5 à 8.

Tous les mélanges testés sont bien pourvu en matière organique et dépasse de loin le taux communément admis, soit 15 à 2.5% Duthil, (1973) notamment, pour ceux préparés avec de l'écorce de pin compostée

Le rapport C/N le plus élevé est enregistré au niveau du substrat 8. Ce paramètre détermine approximativement la capacité minéralisatrice annuelle. Celle- ci étant plus élevée lorsque le rapport C/N plus bas (Duchaufour, 1970). Les valeurs les plus faibles sont obtenus par les substrats à base de terre végétale et granulés de liège, les matériaux à C/N bas sont donc à éviter en culture hors-sol, d'autant plus que les substances phytoxines peuvent apparaître.

2.2-Taux de levée et de survie :

Le taux de levée est le nombre total de plants levés par rapport au nombre de glands semés. Le taux de survie représente le nombre plants ayant survécu en fin de culture. Les résultats obtenus pour ces deux paramètres (Fig. 1) indiquent un taux de levée est important dans tous les substrats, en particulier pour le substrat 6 avec un taux de 97.5%, suivi du substrat 2 et 7 respectivement avec des taux de 96.87% et 95.62 %. Le taux le plus faible à été enregistré au niveau du substrat à base de tourbe blonde et écorce de pin (substrat 8) avec une valeur de 66,87%. A noter que ce taux de n'a été atteint que tardivement, soit au bout de 90 jours, probablement à cause de l'acidité du substrat (pH 3.72).

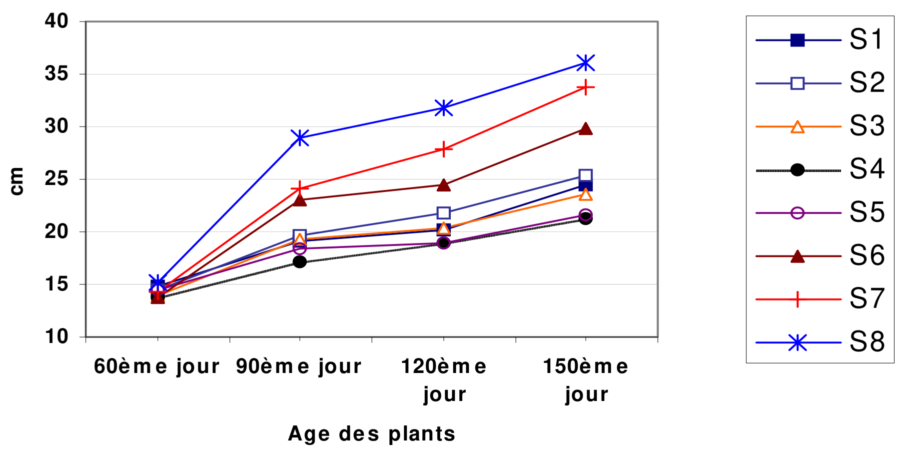
2.3- Caractères morphologiques et

physiologiques :

2.3.1-Hauteur de la tige : Après un séjour de 5 mois des plants en pépinière, l'analyse de la variance des données recueillies nous donne un F observé égal à 17.53**, qui largement supérieur au F théorique (2.46) au seuil de 5%, ce qui signifie qu'il y a une différence hautement significative entre les différents substrats pour le facteur "hauteur de la tige" (DAGNELIE, 1975). Le test de Newman et Keuls a permis de dégager 4 groupes homogènes. Le premier groupe est représenté par le substrat 8, avec une hauteur moyenne des plants de l'ordre de 36 cm, ce qui être considéré comme une croissance très élevée ; le deuxième et le troisième groupes sont représentés par les substrats S7et S6 ayant donné une croissance élevée, avec successivement 33.75 et 29.77 cm. Enfin, le dernier groupe regroupe les autres substrats, avec une croissance moyenne.

On enregistre un rythme de croissance en hauteur très accéléré entre le 60ème et le 90ème jours après le semis (*figure n°2*),, l'élongation moyen des plants est de 13.67 cm, suivi d'un ralentissement de la croissance qui débute fin juillet et se termine à la fin du mois d'août, période coïncidant avec la période de dormance estivale. A partir de cette date les courbes de croissance prennent un rythme assez important correspondant au démarrage d'une deuxième vague de croissance.

Fig. 2: Evolution de croissance en hauteur des plants de chêne-liège dans les différents substrats de culture testés



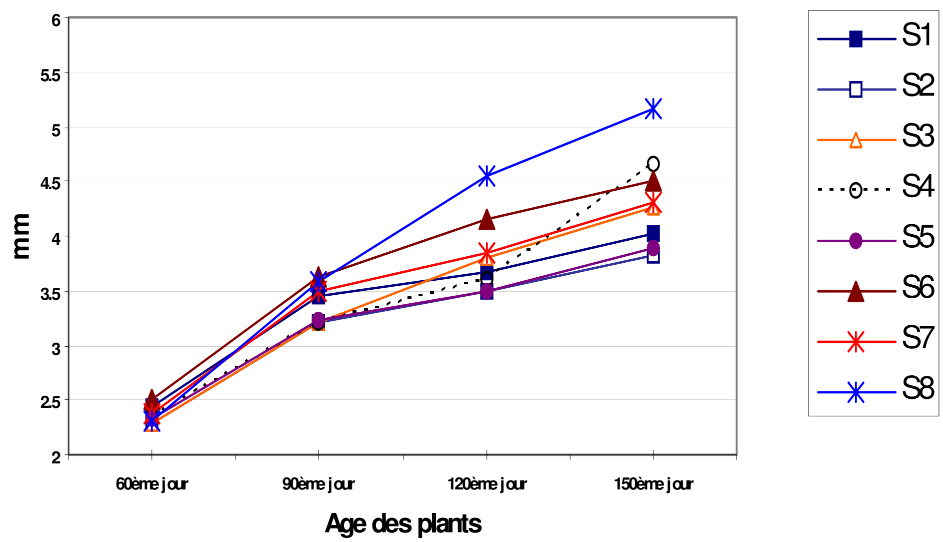
L'analyse des courbes fait ressortir dès le début la position nettement en tête du
substrat S8, suivi des substrats S7 et S6. Les autres substrats constituent un groupe où les courbes de croissance se rapprochent, les unes des autres (valeurs très proche). Après environ quatre mois d'élevage les substrats préparés avec de l'écorce de pin (S8, S7, S6), donnent déjà des hauteurs de tige acceptables et admissent du point de vue normes dimensionnelles, avec respectivement 31.10, 27.93 et 24.45 cm. En revanche, c'est au bout du 5ème mois d'élevage que les plants produits sur des mélanges dont l'aérateur est constitué de 30 et 40% de granulés de liège atteignent la hauteur valable.

2.3.2-Croissance en diamètre (diamètre au collet) :

L'analyse de la variance a montré pour ce paramètre, une différence non significative entre les substrats, puisque le F. observé (2.38**) est inférieur au F. théorique (2.46) au seuil de 5%.

D'une manière générale, et après une durée d'élevage de cinq mois, la croissance des plants en diamètre pour tous les substrats testés est remarquable (supérieur à 4.00 mm). Les meilleurs diamètres sont obtenus au niveau des mélanges à base d'écorce de pin (S8, S7 et S6) avec respectivement 5.16, 4.30 et 4.51 mm (*Figure n°3*).

Fig. 3: Evolution de croissance en diamètre des plants de chêne-liège dans les différents substrats de culture testés



2.3.3-Caractères physiologiques :

a-Biomasse aérienne (poids sec):

Le test statistique des données du facteur poids sec de la partie aérienne (tige + feuilles), nous a permis de voir qu'il y a une différence significative entre les huit mélanges testés, F observé (3.82) supérieur à F théorique (2.46) au seuil de 5%.

La comparaison des moyennes deux à deux, nous a permis de dégager trois groupes homogènes :

Groupe A : S6 (4.86 g), Groupe AB: S7, S1 et S8 (3.13, 2.85 et 2.31g), Groupe B : S3, S4, S2, et S5 (2.29, 2.26, 2.17 et 1.72 g).

b- Biomasse souterraine (poids sec) :

L'analyse de la variance du poids sec a montré pour ce paramètre, une différence non significative entre les substrats, puisque le F. observé (1.34) est inférieur au F. théorique (2.46) au seuil de 5%.

CONCLUSION :

Les sept substrats testés et comparés à un substrat de référence, permettent d'affirmer que la terre végétale de la subéraie pourrait faire l'objet de matériau de substitution à la tourbe blonde importée. Elle présente des caractéristiques physico-chimiques acceptables à la culture de plants de chêne-liège, néanmoins elle doit être mélangé à un aérateur pour améliorer ses performances. L'écorce de pin a fourni de meilleurs résultats par rapport aux granulés de liège. En effet, les mélanges préparés à partir de six volumes d'écorce et quatre de terre végétale de subéraie, permettent d'obtenir des plants dont les caractéristiques dimensionnelles se rapprochent de celle des plants produits sur les substrats à base de tourbe blonde (50%) et d'écorce de pin (50%). Il en est de même, mais à un degré moindre pour les substrats à proportions équilibrées (50% terre végétale + 50% écorce de pin).

Les granulés de lièges peuvent si besoin être associés à de la terre végétale de la subéraie dans la préparation des mélanges, sans pour autant dépasser la proportion de 40%. Enfin, il faudrait noter, que les résultats obtenus a la suite d'un cycle d'élevage de cinq mois assez satisfaisants et très prometteurs pour le secteurs des forêts, appelé à promouvoir et moderniser la production du chêne-liège en hors-sol, et entamer ainsi de vaste programme de reboisement afin d'assurer la pérennité des forêts.

BIBLIOGRAPHIE

1. ARGILLIER C., FALCONNET G. ET GRUEZ J., 1991. - Production de plants Forestiers : Guide technique des Forestiers méditerranéens Français. CEMAGREF, Aix -en - Provence ; P.32
2. BLANC D. 1987 – Les cultures hors-sols. 2ème Edit. Louis Jean, Paris, p.409.
3. B.N.E.D.E.R, 1984 – Inventaire des terres et forêts de l'Algérie du Nord. Deuxième phase de réalisation d'un plan national de développement forestier. Rap. Synt. Vol. 1, 1984. 120 p.
4. BONNET - MASSIMBERT M.ET MULLER C., 1973. - la conservation des faines et des glands, recherches et perspectives. Bull. ONF, 5 : 13-19
5. BOUDY P., 1950 – Economie forestière Nord-Africaine. Tome II. Monographie et traitement des essences forestières, Paris, Larousse, 887 p.
6. DAGNELIE P., 1975. – Théorie et méthodes statistiques. Applications agronomiques, Vol. II, Ed. les presses agronomiques de Gembloux. 463 p.
7. DGF 2003, - Atelier sur les lièges, '' Pour une gestion durable de la subéraie et une production de liège de qualité'' *Béjaia les 11 et 12 mai 2003*, Com. MEZALI, Situation de la subéraie et production des lièges.
8. DUCHAUFOUR P., (1970) – Précis de pédologie. Masson et Cie Ed., Paris.
9. DUTHIL J., 1973. - Elément d'écologie et d'Agronomie Tome II- III. Exploitation et Amélioration du Milieu. Tome II, P265 - Tome III, P 656. Edit-J,P Baillier, Paris.
10. LEMAIRE F.; MARTIGUS A.; RIVIERE L.M. ; et CHARPENTIER S., 1989 – Culture en pots et conteneurs : Principes agronomique et applications. Edit. Louis Jean, p.184.
11. RIEDAKER A., 1978 –Etude de la déviation des racines horizontales ou obliques issues de boutures de Peuplier qui rencontrent un obstacle : application pour la conception de conteneurs. Ann. Sci. For., 35(1),1-18.

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Généralités

La revue accepte tout article présentant de nouvelles études sur tout aspect de recherche fondamental, appliqué et développement.

L'article peut tre 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 tre rédigés en arabe, en anglais ou en français.

Présentation du manuscrit

L'article doit tre saisi sur du papier standard (préférence A4) en double interligne avec des marges de 2.5 cm de chaque côté et en recto seulement.

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

1) page du titre contient :

- le titre de l'article qui doit tre 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 (ne dépassant pas 250 mots).
- Les mots clés.

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

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

5) Remerciements s'il y a lieu.

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

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 tre détaillées en annexe.

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

9) Tableaux : ils doivent tre inclus dans le manuscrit et numérotés en chiffres arabes dans l'ordre de leur apparition dans le texte.

10) Equations : elles doivent tre numérotées en chiffres arabes entre parenthèses, au bord de la marge droite. Les vecteurs doivent apparaître en gras. Une attention particulière doit tre 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 tre 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 tre complet et dans sa forme finale.

Evaluation du manuscrit

Tout manuscrit est soumis à l'avis de trois (03) experts qui jugent de l'intér t de sa publication. Ces experts peuvent demander des modifications ou des compléments aux auteurs. Dans ce cas, les manuscrits doivent tre 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 acceptés pour publication.

Pour tout article accepté le manuscrit définitif doit tre accompagné de la disquette saisie.

GUIDELINES FOR AUTHORS

General

The review accepts articles presenting new studies on any aspects of fundamental applied research or development research . The article may be scientific or technical one .

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 .

Language :

articles should be written into Arabic – French or English

Guidelines for preparing manuscripts :they should be typed on 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 be in both French and English , each one should not exceed 250 words .

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 necessary

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 alphabetic order.

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 (ν).

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 good articles considered appropriate are accepted for publication.

For accepted articles final manuscripts should be submitted with a floppy disk.