REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA)

JOURNAL ALGERIEN DES REGIONS ARIDES

Algerian Journal of Arid Areas

Revue scientifique annuelle n°06 2007

ISSN 1112-3273

Responsable de la publication : **LAKHDARI Fattoum,** Directrice Générale du CRSTRA

COMITE DE LECTURE.

ABDELGUERFI Aissa,	Maître de Conférences, Département Phytotechnie, Laboratoire d'amélioration des plantes INA Alger - Algérie
ADAMOU Abdelkader,	Maitre de Conférence, Biologie, Université de Ouargla – Algérie
AULAGNIER Stéphane,	Professeur CEFS-INRA Castanet-Tolosan, France
BALLAIS Jean Louis,	Professeur, UFR des Sciences Géographiques et de l'Aménagement Université d'Aix en Provence – France
BEKKI Abdelkader,	Professeur, Département Biotechnologie, Laboratoire Rhizobiologie, Université d'Oran - Algérie
BELHAMEL Mayouf,	Professeur, C.D.E.R- Alger - Algérie.
BELHAMRA Mohamed,	Maitre de Conférence, Département Agronomie (Université de Biskra - Algérie)
BENAZZOUZ M.Tahar,	Professeur, Faculté des Sciences de la Terre, Université de Constantine - Algérie
BENSAAD Ali,	Maître de Conférences, UFR Sciences Géographiques et Aménagement, Université d'Aix en Provence- France.
BIED-CHARRETON Marc,	Professeur Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines, Président du Comité Scientifique Français de la Désertification (CSFD), Chargé des relations internationales de l'IRD (France)
BRINIS Louhichi,	Professeur, Département des sciences de la nature, Université de Annaba - Algérie
CHEHMA Abdelmadjid,	Maître de conférences, faculté des Sciences, Université de Ouargla - Algérie
CHELOUFI Hamid,	Enseignant Chercheur, Laboratoire de protection des écosystèmes arides et semi-arides, Université Ouargla- Algérie
COTE Marc,	Professeur, UFR Sciences Géographiques et de l'Aménagement Université d'Aix – France.
DELGADO ENGUITA Ignacio,	Professeur, Institut d'Agronomie. Saragosse -Espagne.
DJABRI Larbi.,	Professeur, Département de Géologie, Université Annaba –Algérie.
DJEBAR Mohamed Reda ,	Professeur, Département de Biologie, Université Annaba –Algérie.
DUBOST Daniel,	Maitre de Conférences, Agronomie, Université Angers - France
EL KHATHIRI Achour,	Professeur, University of HADRAMOUT–Yémen.
FERCHICHI Ali	Professeur, IRA Médenine, Tunisie
FORREST Francis,	Professeur, Agronomie/Programme Gestion des écosystèmes cultivés, CIRAD Montpellier, France
GAOUAR Abdelaziz,	Professeur, Biologie, Université de Tlemcen, Algérie.
GHOUL Mostefa,	Professeur, Microbiologie, Université de Sétif – Algérie.
HACINI Salih,	Professeur, Faculté des sciences, Département Chimie organique, Université d'ORAN – Algérie.
HALILAT M.Tahar,	Maitre de conférences, Université Dpt Sciences agronomiques, de Ouargla – Algérie)
HALITIM Amor,	Professeur, Agronomie, Université de Batna
HAMDI AISSA Balhadj,	Maitre de conférences, Département Sciences agronomiques, Université de Ouargla – Algérie
HASSANI Moulay Driss,	Maitre de conférences, Hydrogéologie, Université d'ORAN – Algérie.
KAABECHE Mohamed,	Professeur, Laboratoire de Phytosociologie, Université de Sétif – Algérie.
KETTAB Ahmed,	Professeur, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger- Algérie.
KANDRELIS Sotiris,	Professeur (Institut de Technologie Agricole EPIRUS - Grèce).
KADIK Bachir,	Professeur, Sciences Biologiques végétales. A.N.N. Alger, Algérie.
KHALDOUN A.,	Maître de conférences, Agronomie, ITGC Alger, Algérie.
LAGHA Ahmed,	Institut Hydrométéorologique de Formation et de Recherches (I.H.F.R.) ORAN, Algérie
MAINGUET Monique,	Professeur, Dir. Laboratoire Géographie Zonale pour le Développement, Université de Reims Champagne Ardenne –France)
MENIA Jacky	Professeur, Département de Géotechnique & Génie Civil, Université des Sciences et Technologies de LILLE –France)
MATARI Ammar,	Professeur, Institut Hydrométéorologique de Formation et de Recherche (IHFR) ORAN
MESBAH Mohamed,	Professeur Hydrogéologie, Fac. Sciences de la terre, USTHB – Alger, Algérie
NEFFATI Mohamed,	Maître de Recherche Environnement, Ecologie, Aménagement., Gestion des Parcours, Désertification (IRA Médenine –Tunisie).
OUAMENE Ahmed,	Maître de conférences, Laboratoire Aménagements Hydrauliques et Environnement, Université Mohamed Kheider, Biskra, Algérie.
PORQUEDDU Claudio ,	Chercheur, Institut d'Agronomie Pastorale de Sassari- Italie.
RICCI Jean Claude,	Directeur de l'Institut Méditerranéen du Patrimoine Cynégétique et Faunistique, Vergeze, France
TOUCHAN Ramzy	Professeur, Chercheur associé au Laboratory of Tree Research au School of Natural Resources, Université de L'Arizona. U.S.A.

Secrétariat de Publication:
CHALABI Halim, chef de Service de Documentation, CRSTRA
HANAFI Asma , Service Documentation, CRSTRA
Tél : +213 33 73 42 14 Fax : + 213 74 18 15 E Mail : doc_crstra@yahoo.fr Site web : www.crstra.dz

Editorial

A l'heure des Changements climatiques et des mutations géo-socio-économiques, les populations des Régions arides sont plus que jamais confrontées à une gestion et à une valorisation de leurs ressources naturelles dans le cadre d'un développement durable et d'une mondialisation.

Pour ce faire, des stratégies de développement conjuguant à la fois modernité et savoir faire locaux en matière d'Hydraulique, d'Agriculture, d'Urbanisme… s'imposent.

Ces stratégies doivent inévitablement s'appuyer sur une recherche-développement puisant dans le réservoir des potentialités naturelles et en valorisant le domaine du savoir et les ressources humaines, dans ce cadre, les outils, des normes et référentiels doivent émaner de cette recherche-développement et doivent faire l'objet de diffusion à travers des périodiques tels que le Journal Algérien des Régions Arides édité par le Centre de Recherche Scientifique et Technique des Régions Arides .

M. CHEBBAH
Laboratoire LAHE
Université Mohamed Kheider - Biskra

Sommaire

L'homme et l'arbre dans les aires sèches du nord - Cameroun. **Anselme WAKPONOU, Monique MAINGUET et Frédéric. DUMAY**	05
Etude de l'analyse du rendement grain de quelques génotypes de blé dur (*Triticum Durum Desf.)* sous climat semi aride d'altitude **Fayçal BAHLOULI et Hamena BOUZERZOUR**	19
Etude de la variabilité morphologique chez des cultivars oasiens de sorgho (*Sorghum bicolor*) de la région d'Adrar (Algérie). **Hafida RAHAL-BOUZIANE., M. KHARSI**	29
La réponse micro évolutive oscillante des populations de la Caille des Blés *(Coturnix coturnix.* L*)* aux effets des changements climatiques et a l'aridification des milieux. **Mohamed BELHAMRA & Jean Charles GUYOMARC'H**	39
Valorisation des sous produits du palmier dattier comme amendement des sols **Messaoud ROMANI. et Abdelmoumein BEZZALA - Fattoum LAKHDARI.**	48
Activités du Centre de Recherche Scientifique et Technique des Régions Arides	63
Editions du Centre de Recherche Scientifique et Technique des Régions Arides	74

L'HOMME ET L'ARBRE DANS LES AIRES SECHES DU NORD - CAMEROUN.

Anselme WAKPONOU[1], Monique MAINGUET[2] et Frédéric DUMAY
[1]*Département de Géographie, Université de Ngaoundéré, wakponouanselme@yayoo.fr*
[2]*Membre de l'Institut Universitaire de France, Laboratoire de Géographie Zonale pour le Développement ; Université de Reims Champagne–Ardenne. monique.mainguet@univ-reims.fr*

RÉSUMÉ

Les aires sèches soudano-sahéliennes camerounaises, à l'instar de toute la marge du Sahel africain, sont écologiquement fragiles à cause des conditions climatiques variables. Pour survivre, l'homme ne cesse d'exacerber cette fragilité par l'exploitation parfois incontrôlée des espèces ligneuses, mettant en péril sa propre existence. La disparition de l'arbre est en effet la première cause de la dégradation environnementale de ces écosystèmes secs. Une prise de conscience du caractère épuisable des ressources devrait donc conduire les populations à une gestion plus efficiente pour un développement durable.

Mots clés : *Cameroun, développement, fragilité, ressources naturelles, sécheresse.*

ABSTRACT:

Cameroonian sudano-saharan dry areas as well as all african's Sahel border is ecologicaly fragile due to climatics variabilities. Man continiously aggravate the precariouness of the milieu through uncontrolled wood exploitation. By so doing, he jeopardizes his own existence. Tree disparition is indeed the very first cause of dry ecosystems environmental degradation. People's awareness of resources run out should then lead to an efficient management for sustainable development.

Key words: *Cameroon, development, drought, fragility, natural resources.*

INTRODUCTION.

Du haut bassin de la Bénoué (9° N) jusqu'aux rives du lac Tchad actuel (13° N), les aires sèches nord-camerounaises (figure 1), à l'instar de toute la marge sud du Sahel africain, sont un milieu écologiquement fragile surtout à cause des fluctuations climatiques pendant tout le quaternaire. La subsistance de l'homme y dépend du lourd tribut que payent, entre autres, les espèces ligneuses.

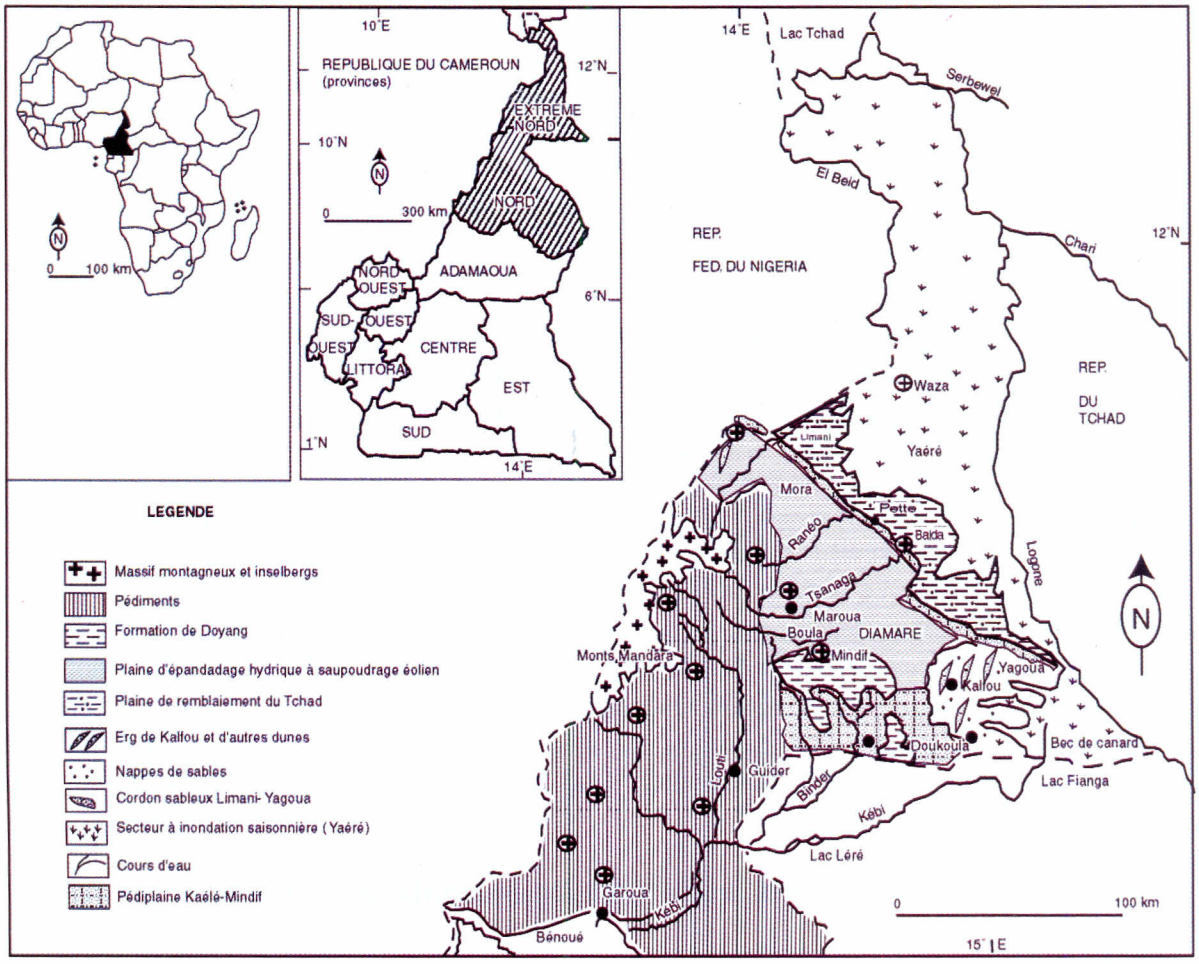


Figure 1 : Carte de localisation

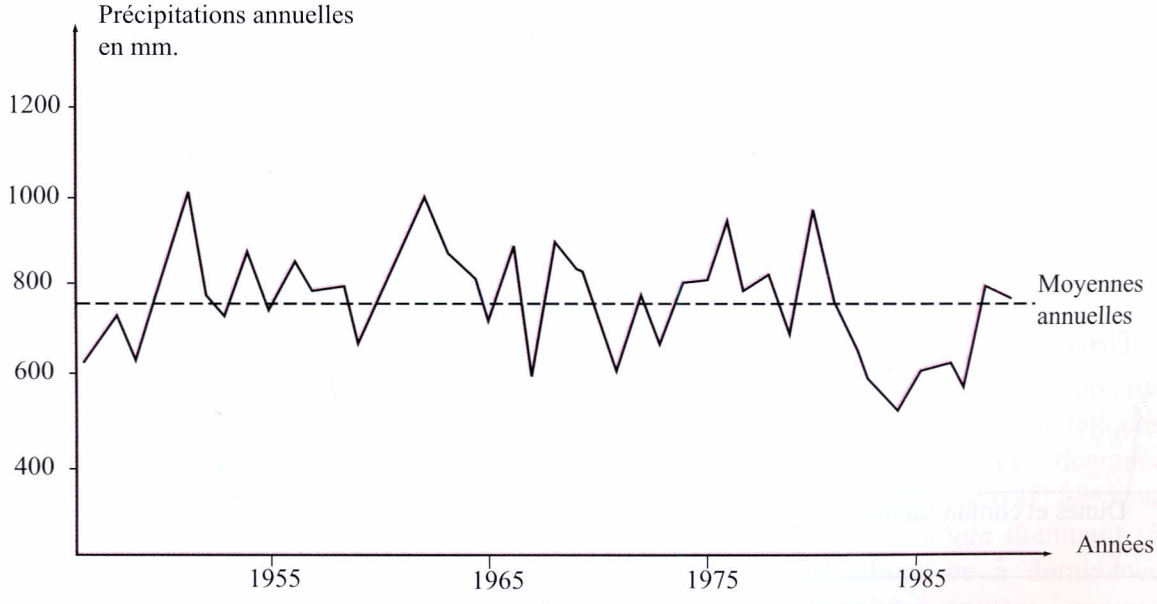
Les résultats présentés dans cet article sont le fruit de 19 années d'observations de terrain. Ils traiteront tour à tour de la vulnérabilité du milieu, de la végétation originelle, des pratiques compromettantes pour l'environnement et enfin de quelques suggestions pour une gestion conservatoire de la ressource arbre, pour un développement durable. L'objectif est de montrer que la fragilité de ces milieux est due à des prédispositions naturelles, et qu'il n'en demeure pas moins vrai que l'homme exacerbe cet état de chose.

LA VULNERABILITE DU MILIEU SOUDANO-SAHELIEN CAMEROUNAIS

Les aires sèches nord–camerounaises englobent le soudano-sahélien et le sahélo-soudanien* [ces appellations se fondent sur des critères phytogéographiques. Il s'agit d'une aire de végétation transitoire où se mélangent les espèces limites des domaines soudaniens (*Daniellia oliveri, Bulyrospermum parkii, Cassia sieberiana, Terminalia macroptera, Parkia felicoidea, Prosopis africana…*) et sahélien *(Balanites aegyptiaca, Boscia senegalensis, Combretum aculeatum, Calotropis procera, Capparis tomentosa, Capparis corymbosa...*). Elles comportent à l'Ouest les monts Mandara qui dominent des pédiments par une dénivellation de 300 à 500 m. Les vastes plaines alluviales en aval de ces derniers sont les champs de migration des lits des nombreux mayos* (*terme foulfouldé, désignant un cours d'eau à écoulement saisonnier*) descendant des montagnes.

Du point de vue du climat, les 7 à 8 mois de saison sèche sous l'emprise d'une forte insolation (2750 à 3000 h par an) conditionnent de fortes températures (28° en moyenne par an) et une évaporation intense (plus de 2000 mm par an). Le grand déficit hydrique relevé par un faible indice climatique (0,21 à Maroua Salak) (Suchel, 1987), engendre le dessèchement, -aggravé par des vents d'harmattan chauds et secs NE-SW du couvert végétal à dominante de xérophiles et/ou d'épineux. Les lithosols et les sols régosoliques sur les versants, les sols ferrugineux peu évolués sur les pédiments et le plateau et les sols alluviaux (sablo-limono-argileux) nus dans les plaines, desséchés et déstructurés sont martelés par les averses en début des 4 à 5 mois de saison des pluies (400 à 700 mm / an) qui concentrent plus de 50 % à 2/3 des précipitations en juillet et août. Aux tourbillons de poussières siliceuses de la saison sèche succède le décapage par le ruissellement des formations superficielles pendant la saison des pluies (Wakponou, 2004).

D'une manière générale, les années de sécheresse (1968 à 1974 ; 1983 à 1985) résultent plus des grandes irrégularités temporelles et de la mauvaise répartition spatiale que des déficits globaux. Mais aux années pluvieuses succèdent, le plus souvent, des années sèches, (figure 2).



(Source: IRA Djarengol (Maroua) d'aprés Kaiser (non publié) cité par L. Seny boukar, (1990).

Figure 2. Variabilité interannuelle de la pluviométrie à Maroua

En 50 années (1945 – 1990), la station climatique de l'IRA (Institut des Recherches Agronomiques) à Djarengol alors banlieue de Maroua, a enregistré 17 années déficitaires et 33 années excédentaires.

Sans remonter aux phases arides liées aux oscillations paléoclimatiques quaternaires, les sécheresses des temps historiques sont bien connues. Les écrits des explorateurs au Cameroun à la fin du 19ème et début 20ème Siècle (Peterman, 1854 ; Barth, 1860 ; Freydenberg, 1907) cités par Beauvilain (1985, 1986) les situent en 1830, 1850 – 51, 1893, 1908, 1914, 1939 – 45, 1955, 1972, 1980 et 1984 – 85. Les souvenirs de la disette de 1912 – 1913 que les Kotoko* (*peuple pêcheur des abords du lac Tchad et du Logone*) ont appelé « *skoum nodoumo* », c'est-à-dire « la grande famine », se transmettent de génération en générations Il en est de même de ceux de la famine de 1921 que les Arabes Choa* (*peuple éleveur des abords du lac Tchad*) ont dénommé « *ankra ahkouk* », c'est-à-dire « renier son frère » (Saïbou, 2001).

LA VEGETATION NATURELLE (ORIGINELLE)

La végétation naturelle dépend de la nature des sols, elle même dépendante de la lithologie, du pédoclimat et du modelé. Le tableau 1 donne une idée assez précise de sa distribution dans l'Extrême-Nord-Cameroun.

Tableau 1 : Répartition de la végétation originelle

Unité géomorphologique	**Type de sol**	*Végétation*
Montagnes et inselbergs	Lithosols et sols régosoliques	*Ficus, Lannea, Microcarpa, Acacia albida, Parkia biglobosa, Butyrospermum-parkii, Tamarindus indica, Ziziphus mauritania, Isoberlinia doka*
Pédiments	Sols fersiallitiques	*Isoberlinia doka, Acacia albida, Boswellia dalzielii, Sterculia setigeria*
Plateaux	Sols ferrugineux tropicaux	*Lannea spp, Anogeissus leicarpus, Balanites aegyptiaca*
Plaines	Planosols–solonetz-vertisols Sols hydromorphes	*Lannea humulis, Balanites aegyptiaca, Anogeissus leicarpus, Acacia sieberiana, Acacia albida, Acacia senegalensis,Acacia seyal, Acacia nilotica,Echinochloa pyramidalis, Colona, Stagnina, Hyparrhenia rufa, Oriza longistaminata, Pennisentum ramosum, Vetiveria nigritana*
Dunes et cordon sableux	Sols sableux rouges	*Gueira senegalensis*

Les aires de répartition de cette végétation sont données par la figure 3.

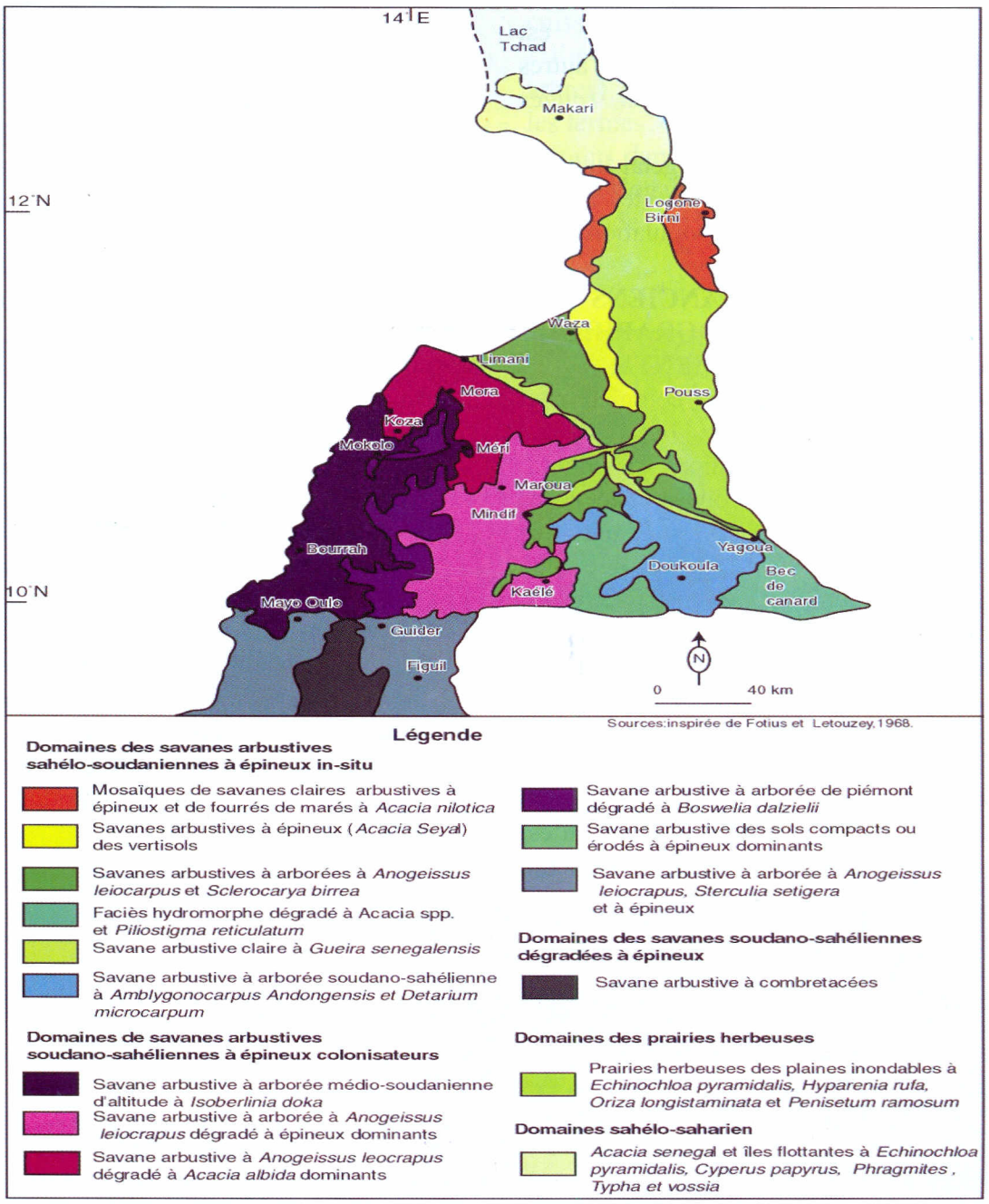


Figure 3 : Répartition des formations végétales naturelles dans les aires sèches de l'Extrême-Nord-Cameroun

La savane dégradée à *Lannea acida* et *Microcarpa* se développe sur les sols jeunes et peu évolués, sur les sols squelettiques arénacés des versants d'inselbergs granitiques, andésitiques et syénitiques de Mindif, Djoulgouf, Papata….La savane arborée variablement dégradée à Ficus et *Isoberlinia doka* est sur des lithosols et des sols régosoliques. Ce sont des savanes d'altitude, classées dans le domaine des savanes arbustives soudano-sahéliennes à épineux colonisateurs (Letouzey, 1968). Les secteurs des piémonts et des ruptures de pentes sont couverts par des reliques de savane arbustive à boisée dégradée à *Boswellia dalzielli*, *Anogeissus leicarpus* et localement à *Acacia albida* dominant (Nord de Méri et de Mora) ou à dominance de *Sterculia setigera* et à épineux, comme les contreforts extrême-sud des monts Mandara dans le secteur de Guider et de Mayo Oulo. Toutes ces formations végétales sont sur des planosols – solonetz et des sols

fersiallitiques. *Acacia seyal* est caractéristique des dépressions et autres secteurs à karal et *des sols sableux, rouges ferrugineux tropicaux.*

C'est donc ce couvert végétal ligneux, maintenant peu dense, qui a été et qui continue à être la proie d'une population assez ancienne.

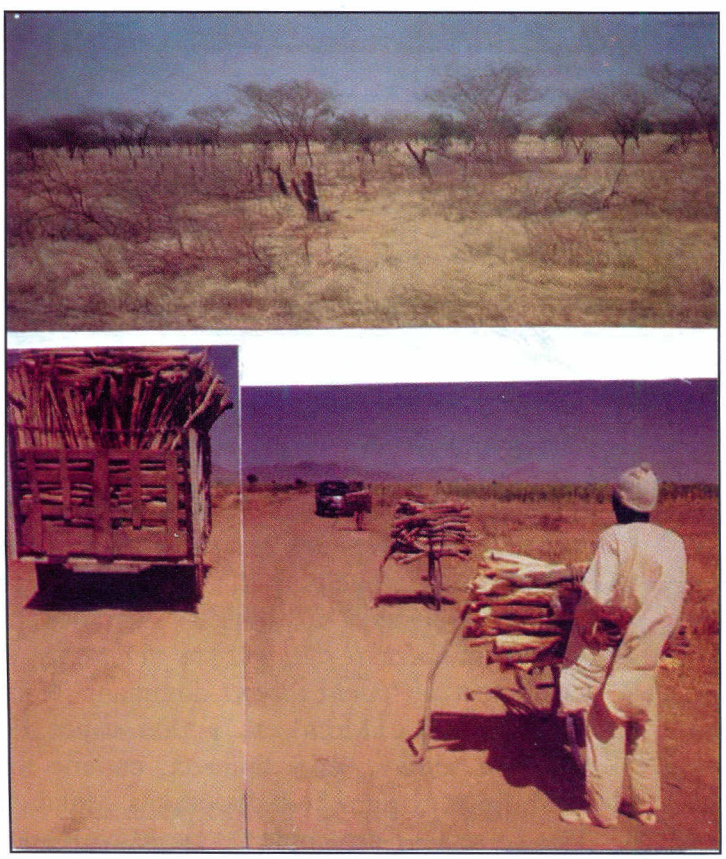
LES PEUPLEMENTS ANCIENS ET CROISSANCE DEMOGRAPHIQUE CAUSES DES DEFRICHEMENTS.

Les paysages végétaux complètement transformés sont toujours liés à des peuplements ou à des civilisations anciennes.

Le Nord du Cameroun a connu les premiers signes d'occupation humaine dès l'Age de la pierre : Acheuléen évolué (Marliac et Gavaud, 1975). Ceci se justifie par la découverte des artéfacts lithiques (avant 50 000 BP) tels que les bifaces englobés dans la cuirasse sur le plateau de Doyang. Cette région est la plus peuplée du pays (1 885 685 habitants en 1977) avec une densité de 60 habitants / km^2 par rapport à la moyenne nationale de 25 hbts / km^2. Ce chiffre n'est que la moyenne puisque les densités par unité administrative montrent des contrastes accusés avec des pôles de populations très denses : Koza, 155 hbts/km^2 ; Méri, 128 hbts / km^2 ; Kolofata, 95 hbts / km^2 ; Yagoua, 128 hbts / km^2. Cette densité a été estimée à 616 hbts / km^2 en 1992.

LE TRIBUT DE L'ARBRE

Les fortes densités humaines dans l'Extrême-Nord-Cameroun ne cessent de dégrader l'environnement. La quête de nouvelles terres de cultures et d'élevage passe par les défrichements et les feux de brousse. Le problème de chauffage et la préservation des récoltes contre les prédateurs tels que les oiseaux mange-mil, les singes se résolvent par la coupe d'arbres et d'arbustes. La dégradation de la forêt claire avec disparition des plus grands arbres (*Angeissus leiocarpus, Acacai sp., Balanites*...) est un fait avéré. Dans le paysage végétal, les auréoles de disparition sont bien discernables autour des hameaux. Ceci s'explique par le prélèvement de bois de chauffe pour la consommation locale mais aussi comme produit de rente pour les paysans (fig.4).



Sur la photographie du haut, *Acacia seyal* d'un parc situé dans une dépression à *karal* à 2 km au NE de Tikéré.

Ces ligneux sont actuellement systématiquement abattus pour être vendus à Mora à 25 km.

Pour être acheminé en ville, le bois est soit porté à bicyclette par les paysans qui, après la vente, achètent des biens de première nécessité : allumettes, pétrole, sel, huile, savon..., soit par camion par des citadins qui font le commerce de bois.(photographie du bas).

Figure 4 : Approvisionnement en bois de chauffe. (Tikéré,18-I-2002 ; piste Mindif-Maroua, 13-I-2003)

La rareté de bois de chauffe amène les hommes à utiliser même les essences à faible valeur calorifique tels que *Calotropis procera*, la bouse des bœufs et les éteules de mil.

Dans cet écosystème vulnérable, une usine de fabrique de chaux (« La Chaux Roca ») installée depuis 57 ans (1946) n'utilise que du bois (Ravitaillement de 18 m3 / jour) pour la cuisson du marbre, (figure 5), et ceci malgré : - l'« Opération Sahel Vert » (plantation des arbres) des années 1970-1974 ; - le fait que les termes « développement durable » sont les refrains dans les discours politiques ; - le fait que le slogan « lutte contre la pauvreté » soit à la mode.

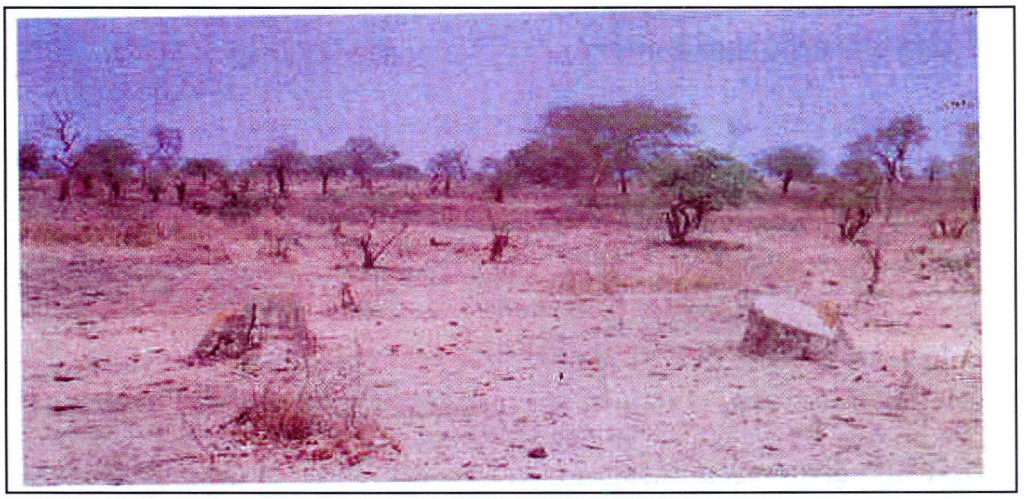


Figure 5 : Abattage mécanique des arbres. (Figuil, 10-II-2003)

Sur la photographie, à l'arrière plan une savane arbustive et au premier plan deux souches sèches *d'Anogeissus leiocarpus* dans une aire dénudée. La grosseur des troncs et les plans d'abattage laissent deviner que les bûcherons de l'usine Chaux Roca utilisent la tronçonneuse pour leur quota quotidien de 18 m^3 de bois. Cette pratique anéantit le drageonnage à cause des enduits d'huile et de graisse laissés sur la souche de l'arbre coupé.

PRECARISATION DE L'ENVIRONNEMENT

La disparition des arbres est la cause initiale de la dégradation environnementale des écosystèmes secs (Mainguet, 2003). Les conséquences de la dynamique régressive du couvert végétal sur les états de surface sont l'exposition aux agents météoriques et la déstructuration qui s'en suit. La surexploitation des sols les dégrade et les transforme en hardés* (*terme peulh désignant des terres impropres à l'agriculture à cause de très faibles capacités de réserves en eau, de propriétés physiques déficientes, de risques élevés d'érosion et de dégradation*), leur dénudation exacerbe l'évaporation et la remontée par capillarité de l'eau d'infiltration, générant des croûtes infertiles.

Selon Smith (1976), cité par Saïbou (2001), la destruction de vastes superficies de forêts a été longtemps utilisée comme une tactique offensive de guerre par les grands conquérants dans le bassin tchadien. En effet, les terrains vagues et les savanes herbeuses constituent un champ de prédilection pour la cavalerie et l'infanterie. C'est par la tactique du défrichement autour des Sao* *(peuple à civilisation de la terre cuite ayant vécu au Sud du lac Tchad. La civilisation Sao connut son apogée entre le 9ème et le 16ème Siècle*) que le « Maï » (Roi) du Bornou, Idris Aloma, soumit ce peuple.

Il est aussi vrai que les oscillations paléoclimatiques quaternaires ont eu un effet traumatisant sur le couvert végétal. Il est

cependant difficile de discerner actuellement les conséquences qui leur sont imputables de celles engendrées par les activités humaines. Toutefois, les périodes entre les pluviaux à végétation fournie et les arides au couvert

Selon Aubreville (1967), causé « de vrai cataclysme, [...] a anéanti en certaines régions la moindre résistance biologique ». Lezine (1989) note une période aride marquée par l'extension des « pseudosteppes sahéliennes » entre 15 200 ± 300 et 13 250 ± 200 BP et indique un changement majeur de paysage végétal au cours de l'Holocène (9 000 BP) quand les limites actuelles de la végétation humide sont montées d'environ 400 à 500 km vers le Nord.

L'Extrême–Nord–Cameroun au-delà du 10° N possède des reliques de végétations forestières limitées aujourd'hui à 4 - 5° N, en dehors des galeries forestières, elles-mêmes reliques qui s'impriment en digitations le long des vallées dans la savane soudano-sahélienne. Cette végétation témoin se rencontre dans les grands chaos de blocs rocheux et/ou les anfractuosités de roches et surtout dans les réserves forestières de mayo Louti, de Zamay dans les monts Mandara et la

végétal indigent sont les moments charnières de l'évolution des paysages. Chaque formation végétale est en effet liée à des conditions bioclimatiques et morphopédologiques particulières.

réserve de Gokoro à Mozogo sur le pédiment de Koza (figure 4). Ces localisations, leur inaccessibilité et la prohibition ont mis la végétation guinéenne à l'abri des feux de brousse et des défrichements. Sa richesse floristique (*Ficus*, *Lannea acida*, *Micro carpa*, *Acacia albida*, *Parkia biglobosa*, *Butyrospermum parkii*, *Tamarindus indica*....) et sa luxuriance favorisée par des conditions climatiques plus humides que dans les secteurs de piémont lui ont valu le qualificatif de « végétation primitive » (Letouzey, 1968).

Tous les paysages végétaux du Soudano-sahélien extrême-nord-camerounais ont été plus riches en essences soudano-guinéennes, comme c'est le cas aujourd'hui dans les réserves forestières (figure 6).

Figure 6 : Aspects de paysages végétaux (Nguétchéwé, 27-VII-2000)

Sur la photographie de gauche dans la réserve forestière de Gokoro la végétation luxuriante est à plusieurs strates alors que sur la photographie de droite le champ de coton croît sous un parc *à Acacia albida.*

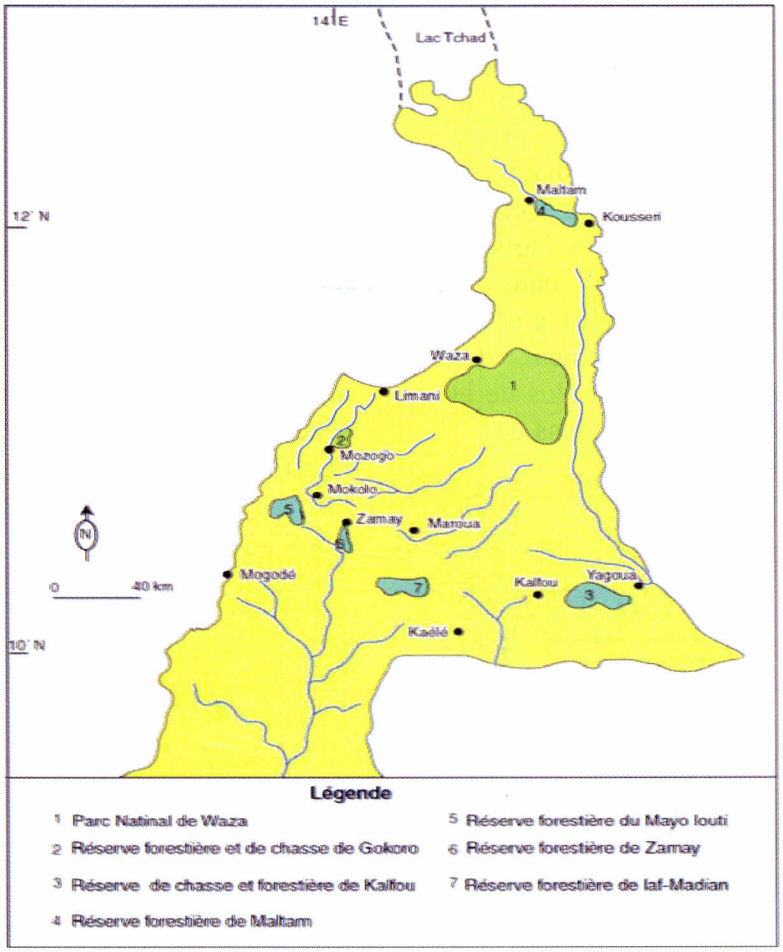


Figure 7 : Les « soi disant » réserves forestières et de chasse de l'Extrême-Nord -Cameroun

C'est donc l'homme qui est responsable de la destruction de cette « végétation primitive » par des défrichements et des feux de brousse. Notre allégation est soutenue par le fait que les deux états de végétation fortement contrastés du secteur de Nguétchéwé, dans le pédiment de Koza ne sont séparés que par la piste Mora-Mokolo large de quelques 5 m tout au plus.

SUGGESTIONS POUR UNE GESTION PLUS RATIONNELLE DE LA RESSOURCE ARBRE.

De tout ce qui précède, nous remarquons que si le soudano-sahélien camerounais est prédisposé à des conditions naturelles particulièrement difficiles à cause des données climatiques (les premières pluies trompeuses et les sécheresses), il n'en demeure pas moins vrai qu'il pâtit aussi de méthodes inadéquates d'exploitation.

Les efforts timides de restauration sont proposés par les pouvoirs publics. Les jeunes plants surtout d'*Eucalyptus* distribués dans le cadre des projets d'agroforesterie ne couvrent pas les besoins des paysans. Ils devraient adopter d'autres arbres « utiles ». Certains de ces ligneux tels que *Acacia senegal* (Gommier arabique) sont considérés comme l'or du Sahel. En effet, il s'agit d'une espèce peu ordinaire qui s'adapte mieux sur des sols *hardés,* c'est-à-dire des terres dénudées, incultes, abandonnées par les cultivateurs et peu productrices pour l'élevage ; c'est une

plante sociable (polyculture avec le mil). Légumineuse aussi, cette plante entretient un sous-bois herbacé assez dense, indiqué pour le pâturage. La saignée, qui récolte de la gomme, substance visqueuse très prisée pouvant exsuder de certains arbres hauts de quelques 3 m, se fait en saison sèche : novembre - avril, (période pendant laquelle l'appel de la sève au sommet dans le métabolisme de l'arbre est maximale), c'est-à-dire au moment du désœuvrement des paysans à cause de la canicule. En plus de la consommation locale de la gomme dans des plats spéciaux, dans la médecine humaine et vétérinaire, l'exsudat peut être vendu entre 150 et 1 000 FCFA le kilogramme en fonction de la variété, de la qualité et de la catégorie (friable, dure…). En effet la gomme arabique est largement utilisée en industrie : confiserie, boissons, aromatiques, pharmacie, aliments divers, colles, lithographie, fonderie, céramique, pyrotechnique, explosifs, peinture… (Müller, 1995). Malheureusement cette richesse naturelle, largement mise en valeur dans le Sahel africain du Tchad au Sénégal, n'est que peu exploitée dans l'Extrême-Nord-Cameroun.

Les paysans possèdent des connaissances séculaires sur la presque totalité des ligneux qui les environnent, comme en témoigne le tableau 2.

Tableau 2. : Quelques arbres « utiles » indiqués pour l'agroforesterie.

Nom scientifique	Nom en foulfouldé	Comestible	Pharmacopée	Fourrage	Cosmétique	Restauration du sol	Insecticide	Bois de chauffe	Construction	Cordage	Bois d'œuvre	Ombrage	Rente et autres
Acacia albida	Ngabdé		X	X		X							
Acacia senegal (Gommier arabique)	Datché	X	X		X	X		X					X
Adansonia digitata (Baobab)	Mbocki	X	X	X						X			
Anogeisus leiocarpus	Kodjoli		X	X				X	X		X		
Anona senegalensis	Laddé	X	X										
Azadirachta indica (neem)	Gagné	X	X	X		X	X					X	X
Balanites aegyptiaca	Tanné	X	X	X									X
Bombax constatum (fromager)	Jéèhi	X							X				
Borassusa ethiopum (palmier doum)	Legal Mbaassi	X								X	X		X
Boswellia dolzielli	Andakehi			X									
Combretum aculeatum	Mbouski		X					X	X				
Commifora kuntiana	Bannahi			X									
Ficus gnaphalocarpa	Ibbé	X	X	X							X		
Ficus platyphylla	doundéhi	X	X								X		
Ficus spp.	Tchékéhi	X	X										
Gueira senegalensis	Geelewki	X		X				X	X		X		
Hexalabus monopetalus	Boyli	X						X	X	X			
Kaya senegalensis (calcéidra)	Ndaléhi		X	X	X			X	X				X
Kigelia africana	Gilaahi			X									
Piliostigma spp.	Barkéhi		X										
Propopis africana	Kohi		X					X	X				
Sterculia setigera	Bobori			X						X			
Stereospermum kunthiana	Golombi			X									
Strychnos spinosa	Narbatanahi							X	X				
Terminalia macroptera et *spp.*	Koulahi												
Vitellaria paradoxa (Karité)	Karéhi		X	X			X						
Vitex doniana	Ngalbidjé		X					X	X	X	X		
Ximenia americana	Tchabbulé		X					X					X
Ziziphus mauritania (jujubier)	Djaabi		X		X			X	X				

Sources Wakponou, 2004

La culture de ces espèces xérophytes devrait être promue dans les parcs et non des arbres fantômes (à cause de leur caractère non écotolérant) comme ceux qui se rencontrent dans les « soi disant »réserves forestières créées depuis 1977 dans le cadre de l' « Opération Sahel Vert ». La réserve forestière de Kalfou est réduite aujourd'hui à des arbres épars, morts sur pied, et peut à juste titre être appelée « réserve de bois de chauffe » de la ville de Yagoua. La situation des autres réserves n'est pas plus heureuse. Par ailleurs l'exemple de l'*Eucalyptus* est édifiant. Malgré son utilisation dans la charpente des cases et comme bois de chauffe (figure 8), cet arbre n'est pas indiqué pour le Sahel. Il pompe l'eau de la nappe phréatique jusqu'à 15 m du sol, qu'il appauvrit aussi en sels minéraux.

Figure 8 : Parc à Eucalyptus et étalage de pieux (Gongola,12-II-2005)

Sur la photographie de gauche) un parc à Eucalyptus. Malgré la capacité de cette espèce à pomper l'eau des nappes, elle se présente en bouquets d'arbustes à troncs tortueux et vrillés sur des souches originelles taillées. Ces arbustes sont utilisés comme des pieux dans la construction des cases, des palissades et comme bois de chauffe (photographie de droite).

Le suc rougeâtre (Kino) qu'il sécrète est riche en tanin, poison pour les insectes et autres microfaunes du sol d'où son caractère de non sociabilité. En outre, l'*Eucalyptus* est un arbre pyromane dangereux pour les environnements secs. En effet, les flammèches de l'écorce embrasent la ramure où les feuilles libèrent des huiles volatiles qui propagent l'incendie aux arbres avoisinants lors des feux de brousse

En plus des parcs et des réserves forestières aux espèces locales, l'agroforesterie avec surtout des légumineuses telles que *Acacia albida* devrait être étendue à toute les aires de cultures dans cet écosystèmes soudano-sahélien.

En somme, la coupe de tous les arbres devrait se limiter à l'émondage. De plus, le gouvernement devrait vulgariser d'autres sources d'énergie que le bois dans le milieu rural sec : si le pétrole, l'électricité et le gaz domestique sont assez chers pour la bourse des paysans, l'énergie éolienne et surtout l'énergie solaire devraient être développées quand on sait que les terres soudano-sahéliennes nord - camerounaises connaissent 2 750 à 3 000 h d'insolation moyenne par an et que ce ne sont pas les vents forts qui manquent.

CONCLUSION

La zone soudano-sahélienne camerounaise possédait à l'Holocène récent un couvert arboré fourni. Il ne se rencontre plus qu'en reliques sur les versants inaccessibles, entre les blocs rocheux ou dans les réserves forestières. Cette disparition des arbres résulte des activités humaines même si la fragilité du milieu le prédispose à la dégradation.

Une gestion efficiente des ressources naturelles est la clé du développement qui tient compte de l'environnement. Les populations des milieux secs, plus que de partout ailleurs devraient donc prendre conscience que la végétation, les sols et les eaux, sont des ressources naturelles potentiellement renouvelables et non pas inépuisables. Les moniteurs agricoles, les agents des sociétés de développement et autres ONG (Organisme Non Gouvernemental) devraient inculquer aux paysans le sens d'un développement participatif, en les associant à l'identification des problèmes et à la recherche des solutions, tout ceci dans le cadre d'organisations des communautés villageoises. Ces populations devraient (Mainguet, 2003), trouver de nouveaux rapports avec leur espace écologique. Il s'agit en fait d'un problème de responsabilité : - celle des pouvoirs publics pour mettre fin à la gestion laxiste des ressources, stigmatiser les problèmes environnementaux dans ces milieux très vulnérables et - celle des paysans à contribuer à la gestion conservatrice de leur environnement et à un développement durable, c'est-à-dire assurer leur existence, leur survie, sans pour autant compromettre celle des générations futures (Wakponou, 2004).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aubreville A., 1967. Savanisation tropicale et glaciations quaternaires. Adansonia, 2 (1), pp. 16-84.

Letouzey R., 1968. Etude phytogéographique du Cameroun. Ed. Paul Lechevalier, Paris, 511p.

Mainguet M., 2003. Les pays secs. Environnement et développement. Carrefours, Collection dirigée par G. Wackermann, Ed. Ellipse, Paris, 160 p.

Marliac A. et Gavaud M., 1975. Premiers éléments d'une séquence paléolithique au Cameroun septentrional. Ass. Sénégal et Quatern. Afr., liaison, Sénégal, N° 41, déc. 1975, pp. 53 – 66.

Müller D., 1995. La gomme arabique, produit naturel de l'an 2000. Le Flanboyant, 34, N'Djaména, pp.14 – 18.

Saïbou I., 2001. Conflits et problèmes de sécurité aux abords sud du lac Tchad. Dimension historique (XVI^{ème} – XX^{ème} Siècle. *Thèse de Doc. Univ. de Yaoundé* I, 381 p.

Seiny Boukar L., 1990. Régime et dégradation des sols dans le Nord – Cameroun. *Thèse de Doc. 3ème Cycle, Univ. de Yaoundé*, 226 p.

Wakponou A., 2004. Dynamique géomorphologique des basses terres soudano-sahéliennes dans l'Extrême-Nord-Cameroun. *Thèse de Doctorat NR, Laboratoire de Géographie Zonale pour le développement, Univ. de Reims Champagne – Ardenne, Reims,* 229 p.

ETUDE DE L'ANALYSE DU RENDEMENT GRAIN DE QUELQUES GENOTYPES DE BLE DUR (*Triticum durum* Desf.) SOUS CLIMAT SEMI ARIDE D'ALTITUDE.

Fayçal BAHLOULI[1] et Hamena BOUZERZOUR[2], Ammar BENMAHAMMED[2].

[1] *Institut d'Agronomie Université de M'sila 28000 Algérie, faycal.bahlouli@caramail.com*

[2] *Institut de Biologie Université de Sétif 19000 Algérie*

RESUME

En zone semi-aride Algérienne, l'effet année possède une part importante dans la variation du rendement grain, par contre les différences entre génotypes sont non significatives. La sélection génotypique vis à vis du rendement doit se faire par année. La stabilité du rendement est une caractéristique très complexe dépendant de plusieurs autres variables. L'expression d'un rendement en grain élevé est associée à une meilleure performance pour le nombre de grain m^{-2}, le nombre de grains/épi et l'indice de récolte. Sous conditions contraignantes, lorsque le nombre de grain/m^{-2} est faible, les génotypes le compensent par une augmentation du pois moyen afin de minimiser la baisse du rendement en grain. Les génotypes productifs présentent des variations intersaisons élevées pour le rendement par contre les génotypes à rendement moyen possèdent des variations

Mots clés: *blé dur, rendement en grain, climat semi-aride, variation intersaison*

ABSTRACT

In Algerian semi-arid zone, the year effect has a significant part in the variation of the output grain; on the other hand the differences between genotypes are no significant. The genotypic selection live has screw of the output must be done per year. The stability of the output is a very complex characteristic dependent on several other variables. The expression of an output in high grain is associated a better performance for the number of grain m^2, the number of grains/ear and the index of harvest. Under constraining conditions, when the number of grain/m^{-2} is weak, the genotypes compensate for it by an increase in average pea in order to minimize the fall of the output in grain. The productive genotypes on the other hand present interseason's variations raised for the output the genotypes at average output have intermediate variations

Key words : *durum wheat, yieldt in grain, semi-arid climate, interseason's variations.*

INTRODUCTION:

La sélection du blé dur (*Triticum durum* Desf.) des régions à fortes contraintes hydriques et thermiques a fait peu de progrès du point de vue amélioration du rendement grain et de l'adaptation à l'environnement. Les difficultés résident dans l'identification et la caractérisation des paramètres liés à la résistance aux contraintes climatiques. La caractérisation des mécanismes qui contrôlent la tolérance aux stress et leurs liaisons avec l'adaptation au milieu constitue l'axe de recherche le plus en vue.

MATERIEL ET METHODES

Mise en place de l'expérimentation

L'expérimentation a été conduite sur le site expérimental de la station ITGC de Sétif (Algérie). Mise en place dans un dispositif en blocs randomisés, avec quatre répétitions, elle a duré six campagnes consécutives, de 1997/1998 à 2002/03. La parcelle élémentaire est constituée de 6 rangs de 5 m de long soit 6m^2. Le semis est effectué en novembre et la récolte est faite au mois de juin.

Liste des variétés de blé dur étudiées et leur origine

Pedigree	Origine
01- 439/Ads/97	Italie
02- Massara1	Syrie
03- Mrb5	Syrie
04- Cyprus1	Chypre
05- Mbbachir	Algérie
06- Derraa	Syrie
07-Heider/Martes//Huevos de Oro	Algérie
08- Heider	Syrie
09- Waha	Algérie
10- Beliouni3258	Algérie

Notation, mesures et analyse des données :

Les mesures effectuées ont porté sur :

- La date de réalisation du stade épiaison. Cette date sert à la détermination de la durée de la phase végétation (PVG). La biomasse aérienne accumulée au stade épiaison (BE), et celle produite à maturité (BM).
- La date de réalisation du stade maturité. Cette date sert à la détermination de la durée de la phase remplissage du grain (PRG).
- La hauteur des plantes (HT, cm), Les bottillons récoltés au stade maturité servent aussi au comptage des épis (NE) ramené à l'unité de surface (m^2), au rendement grain (RDT) estimé à partir du battage des épis provenant des bottillons pour obtenir l'indice de récolte (HI). HI (%) = 100(RDT/BM). La récolte mécanique de l'essai donne le rendement grain (RDT) de la parcellaire élémentaire, exprimé en g/m^2. Le poids de 1000 grains (PMG). Le nombre de grains produit par unité de surface (NGM^2) et le nombre de grains par épi (NGE). NGM^2 = 1000(RDT/PMG), avec RDT en g/m^2 et le PMG en g, NGE = NGM^2/NE.

Une fois par semaine, à partir de la date de réalisation du stade épiaison qui a été notée pour estimer la durée de la phase végétative (PVG), on échantillonne la végétation provenant d'un segment de -rang de 1m de long par parcelle élémentaire. La matière sèche est obtenue après passage à l'étuve à 85°C pendant 24 heures. La vitesse de croissance végétative (VCV) est déterminée par le rapport de la biomasse accumulée au stade épiaison et la durée de la phase végétative (levée-épiaison).

La vitesse de remplissage par grain (V, mg/j) est estimée par régression linéaire. Elle est prise comme étant égale au coefficient de régression linéaire de la phase active de remplissage. La durée de remplissage (D, j) est déterminée par le rapport du poids du grain atteint à maturité sur la vitesse de remplissage (V):

$$D = P1G / V$$

Avec : D = durée de remplissage en jours
P1G = poids moyen du grain atteint au stade maturité (mg)
V= vitesse de remplissage (mg/j)
La vitesse de remplissage ramenée au nombre de grains/m^2 (VRG, g/j/m2) est obtenue par:

$$VRG = (V \times NGM2)/1000$$

L'étude de la stabilité a été abordée par la méthode de Finlay et Wilkinson (1963) pour le rendement grain, le nombre de grains/m2, le poids de 1000 grains et l'indice de récolte. La méthode de Finlay et Wilkinson (1963) utilise le coefficient de régression (b) pour décrire la réponse des génotypes à la variation environnementale.
Une analyse de la variance à deux critères de classification non contrôlés, environnement et génotype, a été faite pour les variables mesurées sur les différentes répétitions. Le modèle adopté dans l'analyse est le modèle additif (Steel et Torrie, 1980):

$$Yijk = \mu + Ei + Gj + GxEij + B(E)jk + eijk$$

La régression progressive est utilisée dans le cas où on utilise plusieurs variables indépendantes. Toute co-variable qui améliore le coefficient de détermination (R^2) et réduit du carré moyen résiduel est retenue par le modèle. L'analyse en composantes principales (ACP) est utilisée pour une description les liaisons complexes qui existent entre les variables et leur répartition chez les différents individus évalués.
Résultats et discussion
L'analyse de la variance montre un effet année et une interaction génotype x année significatifs pour l'ensemble des variables soumises à l'analyse. L'effet génotype, testé par rapport à la variance d'interaction, n'est significatif que pour la hauteur du chaume et la durée de la phase végétative (Tableau 1).

Tableau - 1- Carré moyen de l'analyse de la variance

Source	ddl (g m-2)	RDT (m-2)	NGM2 (...)	NGE (m-2)	NE (g)	PMG (%)	HI
Année (A)	5	160249**	36927750**	1153**	123104**	1468**	1437**
Génotype (G)	9	13796ns	18697188ns	74.9ns	7508ns	38ns	133**
A x G	45	17698**	25551840**	97.7**	12233**	36**	85**
Résiduelle	118	1116.4	1497437	13.0	2105	3.2	16.9
		BE (g m-2)	**BM (g m-2)**	**VCV (g j-1 m-2)**	**VRG (g j-1 m-2)**	**HT (cm)**	**PVG (j)**
Année (A)	5	282444**	172959**	22.9**	42.1**	1016**	271**
Génotype (G)	9	117732**	113746ns	5.8ns	5.7ns	1164	80
A x G	45	58960**	97918**	3.9*	6.9**	271**	24*
Résiduelle	118	17407	19680	1.2	0.5	25.5	9.5

ns, *,** = effet non significatif, significatif au seuil de 5 et 1% respectivement.
RDT = rendement en grains, **NGM2** = nombre de grains m-2, **NGE**= nombre de grains/épi,
NE = nombre d'épis m-2, **PMG** = poids de 1000 grains, **HI** = indice de récolte,
BE = poids de la matière sèche mesurée au stade épiaison, **BM** = biomasse mesurée à maturité,
VCV = taux de croissance végétative, **VRG** = taux de remplissage du grain,
HT = hauteur du chaume, **PVG** = durée de la phase végétative.

Pour l'ensemble des variables, l'effet année est de loin celui qui absorbe la plus grande part de la variation observée. Ceci indique que les différences entre années sont donc plus importantes relativement aux différences observées entre les génotypes étudiés.

La campagne 1999/2000 a été la plus favorable à l'expression de hauts rendements grains. Ce niveau de production est associé à

de meilleures performances pour le nombre de grains m-2, de grains par épi, d'épis m-2. Il est aussi lié à une meilleure expression de l'indice de récolte, de la biomasse aérienne mesurée à maturité, à une longue durée de la phase végétative et à un faible poids 1000 grains (Tableau 2). La campagne 2001/2002 est celle qui a été la plus défavorable à l'expression du rendement grain avec une réduction des performances pour les composantes du rendement, de la durée de la phase végétative et de la biomasse produite (Tableau 2, Figure 1).

Tableau –2- Moyennes des variables mesurées : effet année (E), génotype (G) et interaction G x E

Année	RDT	NGM^2	NGE	NE	PMG	HI	BE	BM	VCV	VRG	HT	PVG
Effet moyen année												
1997/98	306.9	10416	27.0	393	29.9	31.2	688	995	5.8	5.9	63.2	118
1998/99	315.2	8908	24.7	364	35.5	27.7	836	1151	7.1	5.3	72.2	116
1999/00	357.8	13582	26.9	505	26.8	33.7	691	1049	5.6	7.2	57.6	124
2000/01	326.8	9150	22.6	411	35.9	34.6	623	950	5.3	6.6	68.5	118
2001/02	179.6	4852	13.5	367	37.2	17.2	878	1057	7.4	4.3	65.2	118
2002/03	199.9	4239	13.9	315	47.1	21.9	756	956	6.2	4.3	72.9	122
Moyenne	281.0	8525	21.5	392	35.4	27.7	745	1026	6.2	5.6	66.6	119
Effet moyen génotype												
Ads	273.5	7637	21.2	354	37.2	28.0	691	965	5.9	5.2	60.5	117
Massara1	237.9	7289	19.4	392	37.3	26.1	691	929	5.9	4.6	62.8	118
Mrb5	300.5	9072	22.3	401	35.2	29.0	739	1039	6.2	5.9	66.5	119
Cyprus1	312.4	10201	23.6	403	34.9	29.3	745	1057	6.2	6.4	63.5	120
Waha	283.7	8490	20.3	416	34.7	29.1	706	989	6.0	5.3	59.9	117
Derraa	298.3	9289	21.9	393	36.2	29.7	703	1001	5.9	6.0	63.2	119
Hmho	312.4	9649	23.9	400	34.7	30.7	720	1033	6.0	6.1	69.6	118
Heider	293.4	8359	24.0	357	38.2	28.5	745	1039	6.2	6.0	63.5	121
Mbb	241.0	7158	17.9	399	35.6	25.3	748	989	6.2	4.9	68.7	122
Beliouni	257.0	8100	20.2	407	33.3	21.5	966	1224	7.8	5.5	87.6	123

RDT = rendement en grains, **NGM^2** = nombre de grains m^{-2}, **NGE**= nombre de grains/épi,
NE = nombre d'épis m^{-2}, **PMG** = poids de 1000 grains, **HI** = indice de récolte,
BE = poids de la matière sèche mesurée au stade épiaison, **BM** = biomasse mesurée à maturité,
VCV = taux de croissance végétative, **VRG** = taux de remplissage du grain, **HT** = hauteur du chaume,
PVG = durée de la phase végétative.

Les différences d'expression des variables mesurées dues à l'effet année induisent le plus souvent des interactions génotype x année conduisant à l'instabilité des performances des cultivars dans le temps. Les coefficients de corrélation montrent que les années sont peu similaires pour le rendement grain (Tableau –3-). L'effet moyen génotype n'est significatif que pour la hauteur du chaume et la durée de la phase végétative. Le choix d'un génotype donné, sur la base d'une ou plusieurs des variables mesurées, doit donc se faire par année et non en moyenne des six campagnes testées. Ceci à cause de l'effet de l'interaction génotype x année qui est significative.

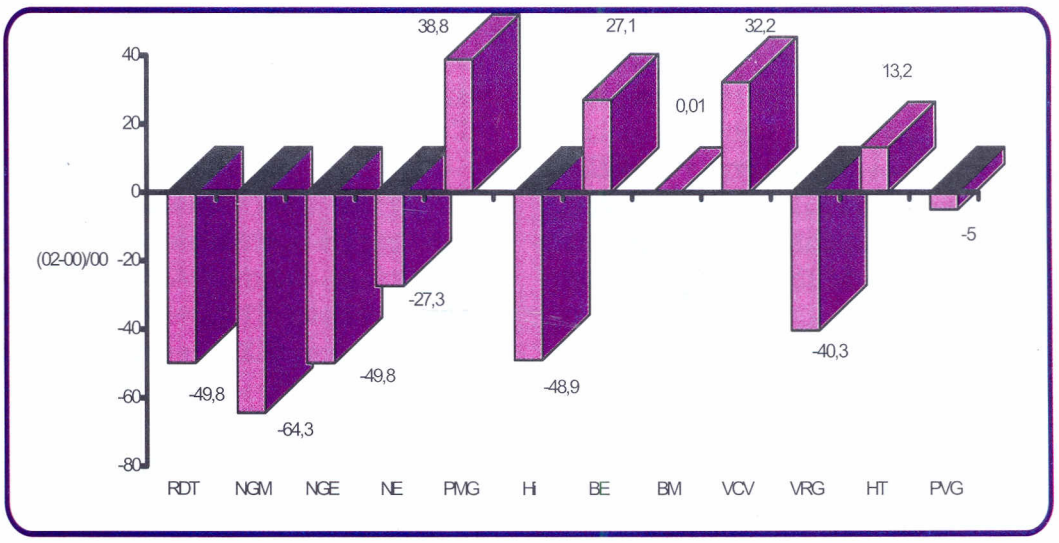


Figure -1- Différence d'expression des variables mesurées selon les années 1999/00 (favorable au rendement) et 2001/02 (défavorable au rendement).

Tableau -3- Coefficients de corrélation inter-années du rendement grain.

	1997/98	1998/99	19999/00	2000/01	2001/02	2002/03
1997/98	1.00	-0.142	0.283	0.132	0.327	0.385
1998/99		1.00	-0.723*	0.204	-0.458	0.271
1999/00			1.00	-0.059	0.598*	0.038
2000/01				1.00	-0.220	-0.380
2001/02					1.00	0.288
2002/03						1.00

r = 0. 578 au seuil de 5%, **n** = 10.

Tous les génotypes testés montrent les mêmes capacités de production, en moyenne des six années. Il faut cependant identifier le génotype qui répond le plus favorablement possible à la variation des saisons pour être assez régulier en production. L'étude des coefficients de corrélation indique que le rendement grain au cours des six années est positivement lié au nombre de grains m-2 (r =0.923, n =60), au nombre de grains épi-1 (r = 0.831) et à l'indice de récolte (r =0.844).

Le nombre de grains m-2 est positivement lié au nombre de grains épi-1 (r= 0.872), à l'indice de récolte (r =0.792) et négativement lié au poids de 1000 grains (r = -0.681). Ces liaisons montrent que la production d'un nombre de grains m-2 élevé conduit à un indice de récolte et à un rendement grain élevés. Un nombre de grains épi-1 élevé améliore le nombre de grains m-2. Un poids de 1000 grains élevé ne semble réalisable que suite à la réduction du nombre de grains m-2.

La régression progressive indique que le rendement est la résultante des grains produits par m2, de l'indice de récolte et du poids de 1000 grains:

RDT = 0.0253NGM2 + 1.80HI + 5.21PMG - 170 (R2 = 0.9721)

La variation du rendement grain est donc étroitement liée à l'expression du nombre de grains m-2, de l'indice de récolte et du poids de 1000 grains. La stabilité du rendement est donc dépendante de celles de ces trois variables.

La stabilité du rendement est approchée par le calcul du coefficient de régression de Finlay et Wilkinson (1963) et par la variance inter-saisons (Li et al., 1986). Un génotype stable est celui qui a un coefficient de régression égale à l'unité et une faible variance intersaisons. Le génotype recherché est celui qui a un b =1, une faible variance inter-campagnes et un rendement grain supérieur à la moyenne générale de tous les génotypes évalués.

Les coefficients de détermination du rendement, du nombre de grains m-2, et de l'indice de récolte sont supérieurs à 70% pour l'ensemble des variétés sauf celui du génotype Massara1 qui est très faible. Ceci indique que la variation des caractères de cette variété ne trouve pas une part importante d'explication dans la variation de l'indice du milieu. Les coefficients de détermination du poids de 1000 grains sont assez faibles suggérant que la variation de ce caractère ne suit pas toujours celle induite par l'environnement (Tableau –4-).

Le coefficient de régression du rendement grain varie de 0.28 pour Massara1 (non significativement diffèrent de zéro) à 1.40 pour Derraa. Ads, Waha, Derraa et Heider/Martes//Huevos de oro se caractérisent par un b significativement supérieur à l'unité. Mrb5, Heider et Mbb ont un b significativement inférieur à 1. Cyprus et Beliouni ont un coefficient de régression non significativement diffèrent de l'unité (Tableau - 4-).

Tableau - 4- Paramètres de stabilité du rendement grain, du nombre de grains m^{-2}, du poids de 1000 grains et de l'indice de récolte.

Caractère	RDT			NGM2			PMG			HI		
Génotype	b	R^2	S^{2*}	b	R^2	S^{2**}	b	R^2	S^2	b	R^2	S^2
Ads	$1.35^{£}$	87	11.2	$0.97^{□}$	0.90	12.6	$0.66^{¢}$	0.53	13.8	$1.29^{£}$	0.87	92.3
Massara1	$0.28^{ø}$	17	2.4	$0.48^{ø}$	0.61	4.5	$1.42^{£}$	0.48	72.0	$0.51^{¢}$	0.70	31.8
Mrb5	$0.75^{¢}$	72	9.8	$0.71^{¢}$	0.85	13.9	$1.19^{□}$	0.27	86.4	$0.86^{□}$	0.74	48.3
Cyprus1	$1.12^{□}$	76	18.1	$1.65^{£}$	0.75	47.4	$1.12^{□}$	0.23	93.3	$0.58^{¢}$	0.76	29.2
Waha	$1.22^{£}$	84	10.7	0.92	0.84	12.3	$1.11^{□}$	0.60	34.9	$1.43^{£}$	0.84	118.0
Derraa	$1.40^{£}$	75	23.5	$1.75^{£}$	0.79	54.5	$1.37^{£}$	0.62	52.2	$1.03^{□}$	0.76	189.5
Hmho	$1.29^{£}$	76	11.7	$1.32^{£}$	0.89	24.2	$1.37^{£}$	0.62	49.2	$1.11^{□}$	0.73	80.5
Heider	$0.75^{¢}$	74	5.7	$0.88^{□}$	0.89	10.8	$2.06^{£}$	0.70	103.9	$0.98^{□}$	0.98	47.0
Mbb	$0.75^{¢}$	77	6.2	$0.55^{¢}$	0.72	9.0	$1.38^{£}$	0.56	57.1	$1.08^{□}$	0.84	67.0
Beliouni	$0.94^{□}$	76	7.1	$0.75^{¢}$	0.78	10.1	$0.97^{□}$	0.48	33.9	$0.80^{□}$	0.82	37.9

S2*= x 103, S2** = x106, b¢ < 1, b□ =1, b£ >1, bø= non significativement différent de 0.

La variance intersaisons, la plus faible en valeur, est observée chez Massara1 pour le caractère rendement grain. Des variations intermédiaires caractérisent le rendement grain de Heider, Mbb et Beliouni, alors que Cyprus1 et Derraa présentent de fortes variances intersaisons (Tableau –4-). Le coefficient Tau de corrélation de rang de kendall indique que les moyennes génotypiques du rendement grain sont liées aux variances intersaisons et aux coefficients de régression du rendement grain (Yi./S2 = 0.662, Yi./b = 0.624).

Les coefficients génotypiques de régression du rendement sont liés aux variances intersaisons (b/S2= 0.757). Les paramètres statistiques du rendement (b et S2) sont aussi significativement corrélés avec ceux du nombre de grains m-2 et de l'indice de récolte (bRDT/bNGM2=0.75, bRDT/S2HI=0.67, S2RDT/bNGM2=0.93, S2RDT/ S2NGM2=0.95, S2RDT/S2HI=0.66). Parmi les génotypes évalués Cyprus1 présente une moyenne de rendement supérieur à la moyenne générale, un coefficient de régression b = 1 et une variance intersaisons 7.5 fois plus élevée que celle de Massara1, la variété la plus stable de par la statistique S2(Tableau -4-).

Le coefficient de corrélation de rang entre les coefficients de régression du nombre de grains m-2 et du poids de 1000 grains est de signe négatif (bNGM2/ bPMG= -0.83) suggérant que l'augmentation de l'un se fait souvent au détriment de l'autre (effet de compensation). De plus la variation du poids de 1000 grains mesurée par b et S2 reste indépendante de celle du rendement grain, puisque les coefficients de corrélation de rang entre les statistiques de ces variables sont non significatifs.

Comparativement au comportement du cultivar Mbb, les génotypes Heider, Mrb5 et Cyprus1 se montrent plus productifs sur toute l'étendue de l'échelle représentant les potentialités du milieu de production (Figure-2-).

Heider et Mrb5 ont un comportement très similaire alors que Cyprus1 devient de plus en plus productif à mesure que le milieu devient plus fertile. La variété Massara1 représente un cas particulier de point de vue stabilité du rendement grain dans le temps (Figure -2-).

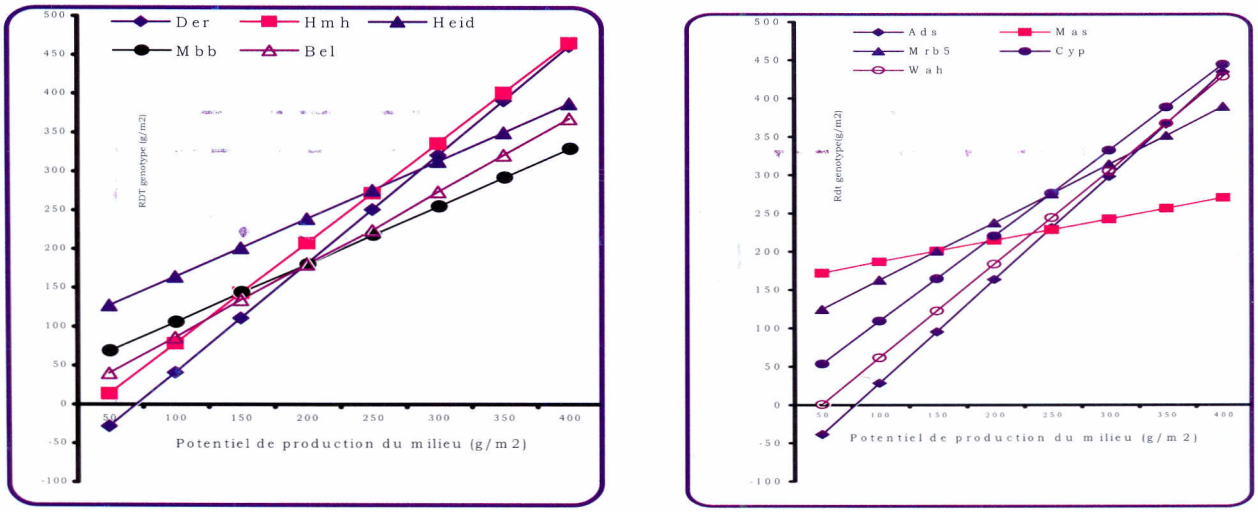


Figure -2- Réponse du rendement grain des différents génotypes à la variation du potentiel de production des saisons

Massara1 valorise peu les milieux favorables, mais elle garde une remarquable capacité de production dans les milieux contraignants où elle arrive à faire un rendement grain inégalé par les autres génotypes (Figure –2-). De tels génotypes selon Simane et al., (1993) sont tolérants aux stress et s'adaptent grâce à leur plasticité de comportement à diverses situations contraignantes. La plasticité de comportement est liée à plusieurs phénomènes d'ordre phénologiques, morphologiques, physiologiques et biochimiques (Blum et Pnuel, 1990, Araus et al., 1998, Blum 1996).

La régression du poids de 1000 grains de chaque génotype sur le nombre de grains m-2 produit au cours des six campagnes montre que la réduction du poids de 1000 grains, exprimé en grammes induite par l'augmentation de nombre de grains m-2, est génotypiquement dépendante. Pour une augmentation de la moyenne du nombre de grains m-2 de 1000 grains, Massara1, Mrb5, Heider, Mbb et Beliouni réduisent le poids de 1000 grains par un facteur –2.98, -1.55, -2.80, -1.83 et –1.30 g/jour respectivement.

Le poids de 1000 grains est réduit chez Ads497, Cyprus1, Waha et Heider/Martes/Huevos de Oro par un facteur de -1.01, -1.06, -1.06 et –1.09g respectivement. Derraa est la variété qui fait jouer le moins l'effet de compensation entre ces deux composantes avec une réduction de –0.84 g du poids de 1000 grains pour une augmentation d'un millier du nombre de grains m-2.

Les coefficients de rang entre b et S2 du rendement avec le coefficient de régression du poids de 1000 grains sur le nombre de grains m-2 sont positifs et significatifs (τ bRDT/bPMG-NGM2 = 0.890 et τS2RDT/bPMG-NGM2 =0.749).

Ces coefficients indiquent que, sous conditions contraignantes, lorsque le génotype n'arrive pas à produire un nombre élevé de grains m-2, il compense cette faiblesse par une augmentation du poids de 1000 grains (Figure –3-). Le degré de cette compensation, pour minimiser de la baisse du rendement grain, est variable selon les génotypes.

La corrélation entre les moyennes génotypiques du poids de 1000 grains et le coefficient de régression du poids de 1000 grains sur le nombre de grains m-2 est significative et de signe négative (τPMG/bPMG-NGM2 = -0.681).

Elle indique que les génotypes qui utilisent de manière significative le poids de 1000 grains pour compenser la réduction du nombre de grains m-2 induite par le stress sont les génotypes à PMG élevé (gros grains).

Pour mieux visualiser les relations existantes entres les réponses génotypiques pour ces variables (RDT, NGM2, HI et PMG) et le rendement moyen des six campagnes par génotype, nous avons eu recours à l'analyse en composantes principales (Figure –4-). Le plan formé par les axes 1 et 2 explique 79.1% de l'information disponible dans les variables soumises à l'analyse.

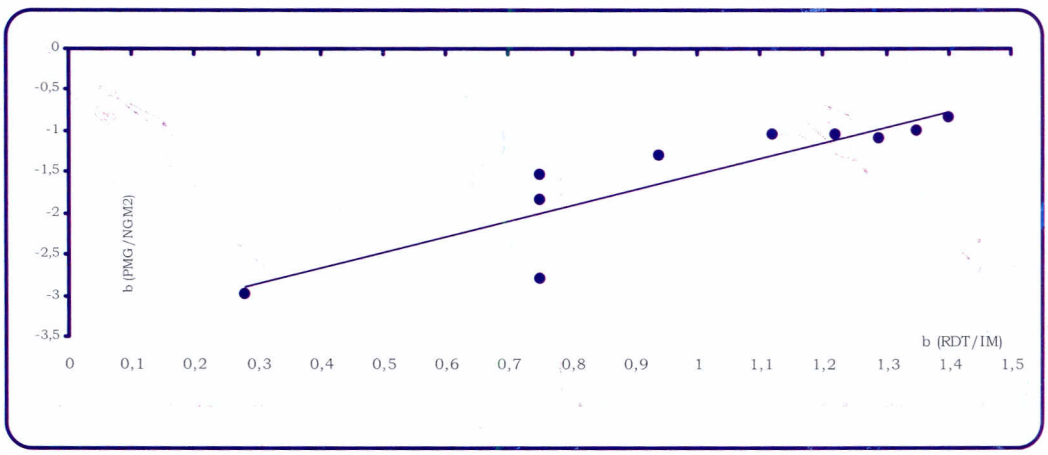


Figure -3- Relation entre les coefficients de régression du rendement grain sur l'indice du milieu et celui du poids de 1000 grains sur le nombre de grains m^{-2}.

L'axe 1 gère l'information relative à la variation du rendement et du nombre de grains m-2. L'axe 2 gère, par contre, l'information relative à la variation du poids de 1000 grains et la réponse de l'indice de récolte à la variation du milieu. Ces deux caractéristiques s'opposent le long de l'axe (Figure –4-). Dans la mesure ou les deux axes sont non corrélés, ces résultats confirment que la variation du PMG est partiellement indépendante de celle du rendement grain.

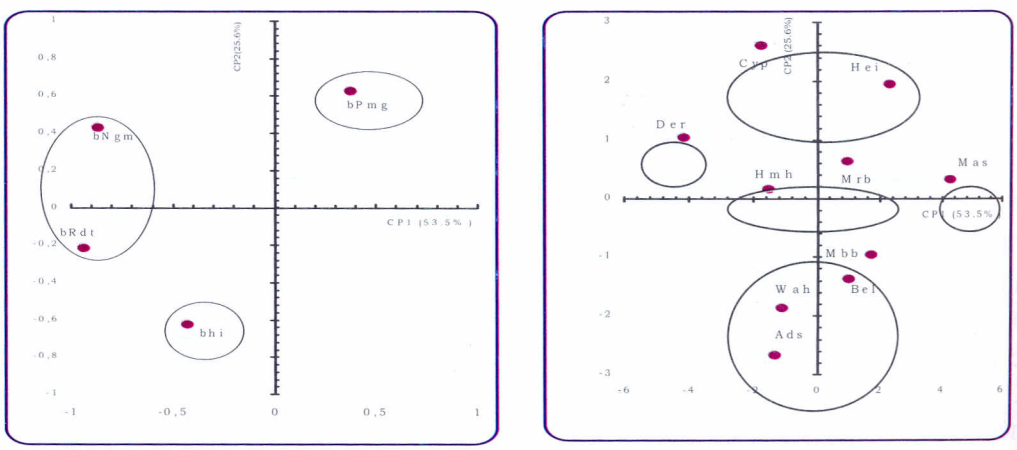


Figure - 4- Représentation des variables et des individus sur le plan des axes 1 et 2

Le long de l'axe 1 s'opposent Massara1 et Derraa. Massara1 est relativement plus stable pour le rendement et le nombre de grains m-2. A l'inverse Derraa est le plus irrégulier. Heider/Martes//Huevos de Oro et Mrb5, situés près du point d'origine, ont donc une stabilité intermédiaire pour le rendement et le nombre de grains m-2. Cet axe indique que la stabilité, synonyme d'adaptation, est négativement corrélée avec la réalisation d'un haut rendement grain, notamment chez Derraa, Heider/Martes// Huevos de Oro, Mrb5 et Massara1.

Les caractères pris en charge par l'axe 1 ne discriminent pas entre les six génotypes restant qui sont plutôt liés à l'axe 2. Cyprus et Heider s'opposent le long de cet axe à Waha, Ads497, Mbb et Beliouni (Figure –4-). Cyprus1 et Heider se caractérisent par une variation élevée du poids de 1000 grains, à l'inverse de Waha, Ads497, Mbb et Beliouni. De part leur position sur le plan formé par les axes 1 et 2, Waha et Ads497 se distinguent par une meilleure répartition de la matière sèche (HI).

Ceci leurs confère la capacité de donner de hauts rendements comparativement à Mbb et Beliouni qui ont tendance à donner un faible rendement grain (Figure-4-). Waha et Ads497 sont relativement moins stables (stabilité mesurée par l'ensemble des variables soumises à l'ACP, et pas seulement par le coefficient de régression), alors que Mbb et Beliouni le sont plus. Cyprus1 est plus productif et moins stable comparativement à Heider qui est moins productif et plus stable (Figure –4-).

Ces résultats montrent que la stabilité de rendement est une caractéristique très complexe, dépendante de plusieurs autres variables comme l'est le rendement grain lui-même. Dans le cas présent, elle est négativement corrélée avec la productivité estimée par le rendement grain. Elle liée à la stabilité du poids de 1000 grains et du nombre de grains m-2. L'instabilité du rendement grain peut avoir diverses origines.

Une forte sensibilité au stress conduit à un rendement nul, alors qu'une réponse génotypique à la fertilité du milieu conduit à un rendement plus élevé qu'attendu. Un génotype qui répond favorablement à l'amélioration des conditions de production est désirable pour peu qu'il arrive à éviter le rendement nul sous stress. La forte compensation entre le nombre de grains par épi et le nombre d'épis qui se matérialise en période de pré-anthèse fait que la réponse du nombre de grains par épi à ces stress est très variable (Wardlaw, 2002). Plusieurs études s'accordent à rapporter que le poids de 1000 grains répond à la température maximale plus qu'au déficit hydrique lors de la période du remplissage (Wardlaw et al., 1989, Randall et Moss 1990, Stone et Nicolas, 1995).

CONCLUSION

Les stress les plus communs aux zones semi-arides sont le déficit hydrique, le stress thermique et la radiation. Ces stress interviennent le plus souvent en interaction, surtout lors de la période de remplissage du grain. Le poids individuel du grain et le nombre de grains par épi sont les composantes les plus affectées par ces stress au cours de cette période.

La prévision du comportement variétal sur une échelle de variation des rendements du milieu similaire à celles observées au cours des saisons étudiées, indique que les génotypes avec un b>1 sont très risqués lors des années peu favorables à l'expression du rendement.

De tels génotypes perdent leur capacité de production à des potentialités de production du milieu où d'autres génotypes, notamment ceux avec un b=1 et surtout ceux ayant un b<1, donnent un rendement grain acceptable sous de telles conditions de croissance. Ces génotypes (avec b > 1) reprennent cependant l'avantage du rendement dans les environnements favorables.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Araus J.L., Amaro T., Voltas J., Nakhoul H., Nachit M.M., 1998. Chlorophyll florescence as a selection criteria for grain yield in durum wheat under Mediterranean conditions. FCR, 55: 209 - 223.

Blum A., 1996. Crop responses to drought and the inter relation of adaptation. Plant growth. Regul. 20 : 135-148.

Blum A., Pnuel Y., 1990. Physiological attributes associated with drought resistance of wheat cultivars in a Mediterranean environment. *Aust. J. Agric. Res.* 41: 799-810.

Finlay K.W., Wilkinson G.N., 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Aust J. Agric. Research*, 14: 742-754.

Li C.S., Binns M.R., Leftkovitch P., 1986. Stability analysis : where do we stand ? *Crop Science.* 26 : 894-900.

Randall P.J., Moss H.J., 1990. Some effects of temperature regime during GF on wheat quality. *Aust. J. Agro. Res.* 41 : 603-617.

Simane B., Peacock J.M., Struik P.C., 1993. Differences in development plasticity growth rate among drought. Resistant and susceptible cultivars of durum wheat (*Triticum turgidum* L. var.durum). *Plant and Soil*, 157 : 155-166.

Steel R.G.D., Torrie J.H., 1980. Principles and procedures of statistics, a biometrical approach. Mc Graw Hill Inc, NY, 633 pp.

Stone P.J., Nicolas M.E., 1995. A survey of the effects of high temperature during grain fill on yield and quality of 75 wheat cultivars. *Aust. J. Agro. Res.* 46 : 475-492.

Wardlaw I.F., Dawson I.A., Munibi P.M., 1989. Tolerance of wheat to high temperature during reproductive stage. *Aust.J.Agri.Res.* 46 : 15 - 24.

Wardlaw I.F., 2002. Interaction between drought and high temperature during grain filling in wheat in controlled environments. *Annals of Botany*. 90 : 469-476.

ETUDE DE LA VARIABILITE MORPHOLOGIQUE CHEZ DES CULTIVARS OASIENS DE SORGHO *(Sorghum bicolor)* DE LA REGION D'ADRAR (ALGERIE)

Hafida RAHAL-BOUZIANE[1], M. KHARSI[2]

[1]INRAA – Laboratoire des Ressources Phytogénétiques - Mehdi-Boualem.
E-mail : bouzianehafida@yahoo.fr

[2]INRAA – technicien à la Station INRAA d'Adrar – Tél. : 049 96 83 85

RESUME

Dans les oasis de la région d'Adrar, le grain de sorgho est utilisé pour l'alimentation humaine. Les tiges et les feuilles sont destinées au cheptel oasien.
Actuellement, le sorgho est moins cultivé dans les oasis par rapport au passé et devient de plus en plus rare. Selon des agriculteurs Ressources, certains cultivars ont carrément disparu.
Dans le cadre de la valorisation de cette ressource jusque là méconnue et menacée de disparition, nous avons caractérisé des cultivars collectés dans les oasis de la région d'Adrar afin de les identifier.

Les résultats montrent l'existence d'une variabilité au sein des cultivars oasiens même si ces derniers se ressemblent pour certains caractères. D'une manière générale, les caractères intéressants sont dispersés entre les cultivars ce qui démontre la nécessité de les sauvegarder tous. Tous les cultivars ont présenté des valeurs élevées en poids de 1000 grains. Le cultivar le plus fréquent à l'état actuel, a présenté les valeurs les plus élevées en PMG et en nombre de grains par panicule. Ses tiges sont sensibles à la verse.

L'un des deux cultivars rares (El Barka) est caractérisé surtout par sa très grande sensibilité à la verse. L'autre cultivar (Kalb El Djmel) s'est surtout caractérisé par un PMG faible par rapport aux autres cultivars. Ces deux cultivars rares sont également tardifs.

Mots clés : *oasis d'Adrar. Sorgho. Valorisation. Variabilité. Caractères morphologiques*

ABSTRACT

In the oases of the region of Adrar, the grain of sorghum is used for the human food. The stems and the leaves are destined to the livestock.
Currently, sorghum is less cultivated in the oases in relation to the past and becomes more and more rare. According to agriculturists Resources, some cultivars disappeared frankly.
In the setting of the valorization of this resource until there unrecognized and threatened of disappearance, we characterized cultivars collected in the oases of the region of Adrar in order to identify them.

Results show the existence of variability within oases cultivars even though these last look alike for certain characters. In a general manner the interesting characters are dispersed between cultivars what demonstrates the necessity to protect them all. All populations presented high values in weight of 1000 grains. The most frequent cultivar to the present state, presented the most elevated values in weight of 1000 grains and in number of grains by panicle. Its stems are susceptible to beating down. One of the two rare cultivars (El Barka) is characterized especially by its very big sensitivity to beating down. The other cultivar (Kalb El Djmel) is characterized himself especially by a weak weight of 1000 grains in relation to the other cultivars. These two rare cultivars are also belated.

Key words: *oasis of Adrar. Sorghum. Valorization. Variability. Morphological characters*

INTRODUCTION

Le sorgho appartient à la famille des Poacées, tribu des Andropogoneae, genre *Sorghum*, espèce *bicolor*.

Originaire d'Afrique, cette espèce est actuellement répandue dans l'ensemble de la zone intertropicale et déborde largement dans les régions tempérées (CHANTEREAU et NICOU, 1991).

C'est la cinquième céréale mondiale après le blé, le riz, le maïs et l'orge, d'après DEU et *al.* (1999).

En Afrique, le sorgho arrive au deuxième rang après le maïs en terme de production et assure 14 % de la production céréalière, selon CHANTEREAU et NICOU (1991).

Dans le cas particulier du Mali, le sorgho est la deuxième céréale après le mil. Dans ce pays, une nouvelle variété mise au point, pourrait se substituer en partie au riz et aux blés importés (SANKARE, 1998).

Le sorgho est l'une des principales céréales dans le Nord Ouest du Maroc où il représente la principale céréale de printemps (DJÈ et *al.* 2007).

En Algérie, le sorgho a fait l'objet de très peu de travaux qui n'ont touché en fait qu'un matériel végétal introduit. Pourtant, des ressources locales en sorghos existent depuis très longtemps dans les oasis comme c'est le cas à Adrar (RAHAL – BOUZIANE et *al.* 2004) et aussi dans le Sahara central (DJABALI et *al.* 2005), où ces ressources ont constitué notamment dans le passé, la base de l'alimentation humaine et animale.

L'intérêt que revêt le sorgho, tout comme le mil et l'or d'avoir permis
l'auto subsistance des populations dans des régions austères du pays. Leur disparité conduira à une perte d'une sécurité alimentaire qui existait chez ces populations et les mènera vers une dépendance alimentaire en matière de céréales, dépendance en fait vis-à-vis de l'étranger, dont le pays lui-même est impliqué.

Dans les oasis de la région d'Adrar, le grain du sorgho concassé, est mélangé avec celui du blé ou du maïs pour préparer certains plats culinaires. Il est utilisé également à des fins médicinales pour remédier à certains problèmes de santé (RAHAL – BOUZIANE et *al.* 2005). Actuellement, le sorgho est en régression dans ces oasis pour plusieurs raisons parmi lesquelles le manque d'eau, le chamboulement social provoqué par l'industrialisation, les facteurs économiques… etc. Les cultivars qui sont les plus cultivés actuellement dans les oasis de la région sont le sorgho dit « Beida » à panicules blanches et le sorgho dit « Hamra », à panicules rouges. Les cultivars « Kalb El Djmel » et « Buirka » dit aussi « El Barka » ou encore « Adjzia », sont devenus très rares et sont de ce fait menacés de disparition.

L'inventaire, la multiplication et la connaissance des caractères morphologiques de ces cultivars, constituent une première étape vers leur sauvegarde et leur valorisation. C'est dans ce contexte que s'insère le travail que nous présentons dans cet article et qui permet de donner les caractéristiques de chacun des cinq cultivars collectés dans les oasis de la région d'Adrar.

Tableau 2 : Lieux de collecte des cultivars de sorghos caractérisés

Cultivars	Nom du Ksar	Commune	Daïra
« Hamra »	Ksar El Hadj	Aougrout	Aougrout
« Beida »	Ksar El Hadj	Aougrout	Aougrout
« Beida »	Gaougaou	Timokten	Aoulef
« Kalb El Djmel »	Laayad	Tsabit	Tsabit
« El Barka »	Laayad	Tsabit	Tsabit

MATERIEL ET METHODES

L'essai mis en place le 29 avril 2000, a été mené en randomisation totale (terrain homogène), avec deux répétitions. Mené en irrigué à travers les méthodes traditionnelles de submersion (deux irrigations de surface par semaine), l'essai était installé en plein champs à la station INRAA d'Adrar. Les conditions climatiques de l'essai sont présentées sur le tableau 1.

Tableau 1 : Données climatiques de la période de l'essai sur sorgho (Avril 2000 à Novembre 2000)

Mois	T° min.	T° max.	Moyenne T°	Vitesse du Vent (km/h)	Evaporation Pish (air)	Humidité relative (mm/j)
Avril	10	43	26.5	04.20	09.25	45
Mai	13.5	44	28.75	03.67	08.19	52
Juin	21	48	34.5	03.80	12	33
Juillet	23	50	36.5	03.23	12.8	35
Août	22	48.5	35.25	03.51	12.46	25
Septembre	20	47	33.5	02.6	09.34	38
Octobre	11	40	25.5	02.92	06.57	48
Novembre	05	34.5	19.75	01.64	04.81	44

Source : Station météorologique de l'INRAA d'Adrar

Les micro- parcelles, de 4 m^2 chacune, ont été fertilisées avant le semis par le fumier de caprin à raison de 15 kg par micro-parcelle (ou l'équivalent de 37.5 t / ha). Au stade levée, il y a eu un apport d'urée (46 %) à raison de 40 U / ha. Au début tallage, nous avons apporté du TSP (46 %) à raison de 50 U / ha. L'inter plant est de 20 cm et l'interligne est de 40 cm.

Le nombre de lignes par micro-parcelle est de 5, à raison de 10 graines par ligne.

Le matériel végétal provient de prospections faites sur toute la gamme d'espèces fourragères oasiennes de la région d'Adrar, dont le sorgho en fait partie. Ces prospections ont touché neuf Dairas du Touat, Gourara et Tidikelt, qui sont : Tinerkouk, Timimoun, Aougrout, Tasabit, Adrar, Fenoughil, Zaouiet Kounta, Reggane et Aoulef. Les cultivars de sorgho « Beida » et « Hamra », concernés par cette étude ont été collectés entre octobre et novembre 1998 par H. Rahal Bouziane, A. Boulassel et F.Z. Belhout. Les deux autres cultivars ont été collectés au début d'avril 2000, par H. Rahal Bouziane, M. Khelid, Mossab K. et S. Hamdi. Sur le tableau 2, sont présentés les lieux de collecte des sorghos caractérisés. Les lieux de collecte des cultivars de sorghos sont présentés sur la carte de la région d'Adrar (Fig. 1).

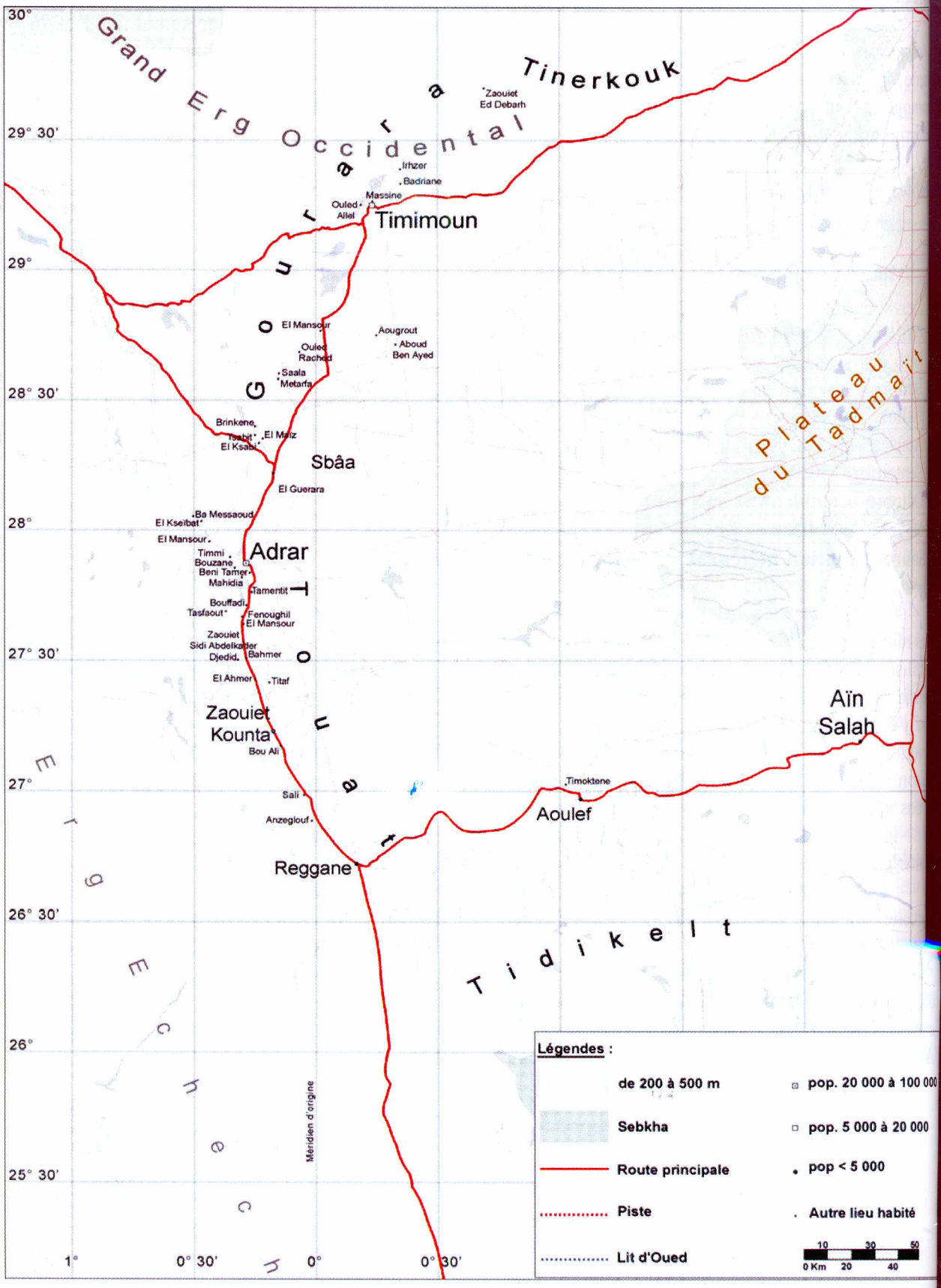


Figure 1 : Carte de la région d'Adrar
Source : Atlas Microsoft Encarta 2001, modifié

Les enquêtes menées étaient basées sur une approche participative à travers des interviews semi structurées (ISS) ou questionnaires non standardisés, guidées d'une part par les objectifs visés et d'autre part à travers l'observation du terrain enquêté et l'avis de l'agriculteur considéré comme acteur principal. Les interviews étaient soit individuelles soit avec un groupe d'agriculteurs. La collecte s'est faite en grains, rarement en panicule (ce qui est préférable), selon la disponibilité chez les agriculteurs. Un à 02 échantillons sont collectés par Ksar. Les agriculteurs ne font pas de distinction entre les sorghos blancs pour ce qui est de la couleur des glumes, les graines sont donc mélangées. Les échantillons de sorghos collectés en petites quantités en 1998, ont été multipliés à travers une collection vivante installée dans la station INRAA d'Adrar en Avril 1999. Cette collection a permis de séparer le sorgho blanc à glumes blanches du sorgho blanc à glumes noires. Le matériel issu de la multiplication a été conservé sur panicule pour l'essai de la présente étude. Pour « El Barka » et « Kalb El Djmel » devenus très rares (trouvés à Tsabit uniquement), les faibles quantités collectées en avril 2000 nous ont amené à réduire la taille de l'essai et donc des micro- parcelles au maximum. Dans cette étude, nous n'avons malheureusement pas pu utiliser l'ensemble des collections faites sur le sorgho (fig. 1). Ceci est dû aux pertes de semences, causées par des rongeurs.

La hauteur de la plante (tige et panicule) prise au stade pleine floraison a été mesurée pour un échantillonnage aléatoire de 20 plants (dont 10 par micro parcelle). Concernant le nombre de grains par panicule, 05 panicules sont choisies au hasard pour chaque cultivar (IBPGR / ICRISAT, 1984).

Sur ces deux caractères, une analyse de la variance à un critère de classification a été réalisée à l'aide du logiciel STATITCF.

Le poids de 1000 grains est obtenu à partir de 1000 graines saines comptées et pesées.

La classification hiérarchique a concerné la hauteur de la plante, le nombre de grains par panicule et le poids de 1000 grains. L'étude des distances a été faite sur la base des distances euclidiennes à travers la méthode du saut minimum. Elle a été réalisée par le biais du logiciel STATISTICA.

Plusieurs caractères qualitatifs ont été considérés aussi dans cette étude (tableau 3).

Tableau 3 : Caractères qualitatifs et leur signification

Caractères	Signification
Sensibilité à la verse	Estimée visuellement à maturité
Couleur des fleurs	Observée à pleine floraison
Compacité et forme de la panicule	Observée au stade pâteux
Couverture de la graine	Estimation visuelle du taux de couverture de la graine à maturité
Couleur des glumes	Observée à maturité
Couleur de la graine	Observée à maturité

RESULTATS ET DISCUSSION

1. Résultats de l'analyse de la variance

L'analyse de la variance a permis de noter des différences très hautement significatives entre les cultivars pour la hauteur de la plante. A cet effet, des groupes de moyennes se dégagent (03 groupes) dont le premier est formé par le cultivar « El Barka » avec les tiges les plus longues (193,60 cm). Le dernier groupe représentant les tiges les plus courtes est formé par le cultivar « Beida à glumes noires ». Le troisième groupe est formé par les cultivars qui ont des tiges presque similaires, à savoir « Beida à glumes beiges », « Hamra » et « Kalb El Djmel » (tab. 4).

Concernant le nombre de grains par panicule, les différences entre les cultivars sont

hautement significatives. Le premier groupe est formé conjointement par les cultivars « Sorgho Beida à glumes beiges » et le sorgho « El Barka », qui possèdent le nombre de grains par panicule le plus élevé, soit respectivement en moyenne 1566,60 et 1499,00 grains par panicule. Le plus faible nombre de grains par épi (ou panicule) est noté chez le sorgho « Beida à glumes noires » (857,40 grains par panicule). Les deux autres cultivars forment un même groupe intermédiaire qui chevauche entre le groupe « a » et le groupe « b » (tab. 4)

Tableau 4 : Moyennes, groupes de moyennes, signification du test, coefficient de variation inter cultivars (CV) des caractères étudiés chez les cultivars de sorghos oasiens

Caractères / Cultivars	**Hauteur de la plante (cm)**	**Nombre de grains par panicule**
Sorgho Beida à glumes beiges	170,80 **b**	1566,60 **a**
Sorgho Beida à glumes noires	153,60 **c**	857,40 **b**
Sorgho Hamra	175,10 **b**	983,20 **ab**
Sorgho Kalb El Djmel	177,80 **b**	1114,00 **ab**
Sorgho El Barka	193,60 **a**	1499,00 **a**
F obs.	09,05 ***	04,53 **
CV %	08,7	27,4

Hautement significatif (**) ; très hautement significatif (***)

2. La classification hiérarchique chez les sorghos oasiens

La classification hiérarchique a concerné la hauteur de la plante, le nombre de grains par panicule et le poids de 1000 grains.

Cette classification a permis de dégager un rassemblement en 04 groupes. Les sorghos « Beida » à glumes beiges et noires forment le même groupe. Rappelons que les agriculteurs ne font pas de distinction sur la base de l'aspect de la glume. DJÈ et *al.* (2007), rapportent que chez les agriculteurs marocains, l'aspect de la glume n'est pas pris en compte dans la sélection phénotypique paysanne. Le cultivar « Hamra » forme un groupe à part. Les deux derniers cultivars (Kalb El Djmel et El Barka) s'associent en un seul groupe (fig. 2).

L'analyse des distances euclidiennes montre que les plus grandes distances sont celles qui séparent le sorgho « Beida à glumes beiges » du sorgho « El Barka ». Quant aux plus faibles distances, ce sont celles qui existent entre les sorghos Beida à glumes beiges et noires (tab. 5).

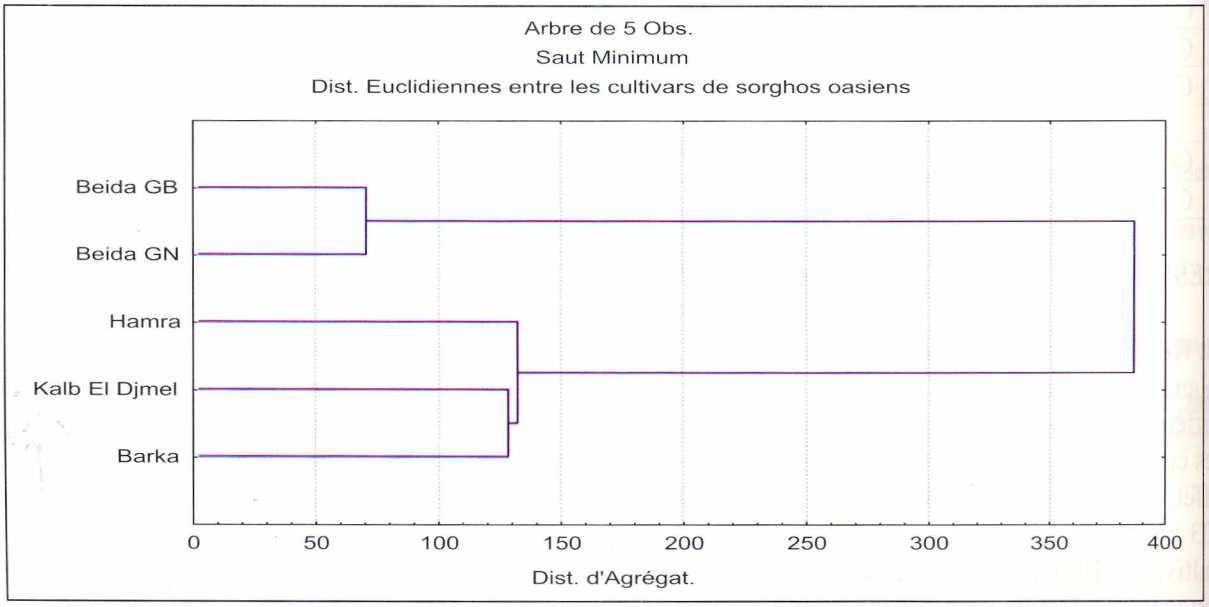


Tableau 5. Distances euclidiennes entre les cultivars de sorghos oasiens

	Sorgho Beida Glumes beiges	Sorgho Beida Glumes noires	Sorgho Hamra	Sorgho Kalb El Djmel	Sorgho El Barka
Sorgho Beida Glumes beiges	0,0	70,0	453,0	584,0	710,0
Sorgho Beida Glumes noires	70,0	0,0	386,0	517,0	643,0
Sorgho Hamra	453,0	386,0	0,0	132,0	257,0
Sorgho Kalb El Djmel	584,0	517,0	132,0	0,0	128,0
Sorgho El Barka	710,0	643,0	257,0	128,0	0,0

3. Le poids de 1000 grains

Le poids de 1000 grains est l'une des composantes principales qui déterminent le rendement en grains (Auriau *et al.*, 1992).

Pour ce caractère, nous enregistrons que c'est le cultivar « Beida à glumes beiges » qui a les graines les plus lourdes, soit 46,36 g. Il est suivi du cultivar « El Barka », avec un PMG de 40,02 g, puis du sorgho « Hamra » avec 38,91g. Quant au sorgho « Beida à glumes noires », il a un PMG de 38,42 g. Enfin, le cultivar « Kalb El Djmel », possède le plus faible poids de 1000 grains soit 21,34 g. L'étude de la collection mondiale des sorghos, conduite par l'ICRISAT, a donné des valeurs du poids de 1000 grains allant de 6 à 85 grammes (CHANTEREAU et NICOU, 1991). Notons que la lourdeur de la graine chez cette espèce est en faveur de sa valeur nutritionnelle comme cela a été signalé par ADRIAN et JACQUOT (1964).

4. Caractères qualitatifs

Le tableau 6 montre que certains caractères qualitatifs diffèrent d'un cultivar à un autre comme cela est le cas pour la couleur des glumes et la couleur de la graine. Pour les autres caractères, la différence y est toujours ne serait-ce que par rapport à un seul cultivar. Le seul cultivar qui semble non sensible à la verse est le sorgho « Beida à glumes noires » ; quant au plus sensible à la verse c'est « El Barka » appelé aussi « Adjzia », ce qui traduirait les appellations qui lui sont attribuées par les populations locales. Rappelons que ce cultivar possède les plus longues tiges.

Tableau 6 : Caractères qualitatifs chez les cultivars de sorghos oasiens

Caractères / Cultivars	Sensibilité à la verse	Couleur des fleurs	Compacité et forme du panicule	Couverture de la graine	Couleur des glumelles	Couleur de la graine
Beida à GB	Sensible à la verse	Jaune	Ovale compact	75 % couverte	Beige	Jaune crème
Beida à GN	Non sensible à la verse	Jaune	Compact elliptique	75 % couverte	Noire	Crème foncé
Hamra	Faiblement sensible à la verse	Jaune orange	Ovale compact	50 % couverte	Violet	MS rouge et MI jaune
Kalb El Djmel	Faiblement sensible à la verse	Jaune orange	Compact elliptique	75 % couverte	Brun rougeâtre	Crème
El Barka	Très sensible à la verse	Jaune orange	Compact elliptique	75 % couverte	Brun jaunâtre	Blanc beige

GB : glumes blanches ; **GN** : glumes noires ; **MS** : moitié supérieure ; **MI** : moitié inférieure

5. Précocité, sensibilité aux pathologies et autres

La pleine floraison Chez les deux cultivars de sorgho «Beida » (à glumes blanches et noires) était atteinte vers le 15 septembre. Leur récolte s'est effectuée au début du mois de novembre. Il semble que ces cultivars soient les plus précoces. Le problème de manque d'eau dû au déclin des foggaras a en fait poussé les agriculteurs à privilégier les cultivars précoces et ce pour toutes les espèces.

Chez les trois autres cultivars, la pleine floraison était atteinte à la fin du mois de septembre et leur récolte à la fin du mois de novembre.

Pour ce qui est des maladies, nous avons noté seulement sur quelques plants du sorgho «Beida » à glumes blanches et noires des attaques par la pyrale (sur tiges) et par le charbon de la panicule. Les autres cultivars semblaient indemnes de maladies.

Quant aux ravageurs, le sorgho (comme c'est le cas aussi pour le mil) est très attaqué par les oiseaux, ce qui engendre de grosses pertes lors des récoltes. Dans les jardins oasiens, les agriculteurs protègent les panicules par le « Fdem » issu du palmier dattier. Dans nos essais, nous avons procédé à l'ensachage des panicules après la floraison. Certains agriculteurs estiment que le sorgho « Hamra » est mieux résistant à la prédation d'oiseaux. Ce même constat est fait par des agriculteurs au Cameroun (Barnaud et *al.* 2006). Chez le mil par exemple, les agriculteurs à Adrar disent que les cultivars à soies longues sont plus résistants à ces attaques.

CONCLUSION

Des ressources comme le sorgho, cultivées dans les régions arides de l'Algérie, restent méconnues, non valorisées et ne sont conservées que chez les agriculteurs.

Avant l'arrivée de l'industrialisation au niveau de certaines régions du sud algérien comme celles d'Adrar, le grain de sorgho constituait la base de l'alimentation des populations locales et ce, à côté des autres céréales à savoir le blé, l'orge, le mil (*Pennisetum glaucum* L.) et le maïs.

Le chamboulement social que connaît cette région du sud ouest (industrialisation rapide, déclin des foggaras, manque et vieillissement de la main d'œuvre, emplois non agricoles…) a contribué à la régression entre autres de la culture du sorgho. Selon le témoignage de certains agriculteurs, des cultivars ont carrément disparu. D'autres sont en voie de l'être comme c'est le cas pour « Kalb El Djmel » et « El Barka » qui sont très rares et presque introuvables dans la plupart des jardins oasiens de la région.

Devant cette situation alarmante, nous avons entamé un travail d'inventaire, de multiplication et d'identification de ce patrimoine très anciennement cultivé dans les oasis de la région d'Adrar. Un tel enregistrement nous a semblé très urgent et utile à faire car il constitue à notre sens une forme de sauvegarde de ce matériel végétal précieux.

Nos résultats soulignent l'existence d'une variabilité au sein des cultivars qui serait utile à exploiter dans les travaux de sélection.

Un échantillonnage plus large reste à faire dans la région d'étude. Il doit toucher aussi d'autres régions du pays à la recherche d'autres types afin de permettre une représentativité sur le plan national et aussi une meilleure valorisation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Adrian J., Jacquot R., 1964.
Le sorgho et les mils en alimentation humaine et animale. Monographies alimentaires ; publiées sous la direction de Raymond Ferrando. ED. Vigot frères. Paris 6ème. 187 p.

Auriau P., Doussinault G., Jahier J., Lecomte C., Pierre J., Pluchard P., Rousset M., Saur L., Trottet M., 1992.
Le blé tendre.*In amélioration des espèces végétales cultivées*. Ed. INRA, Paris. PP 22 – 38.

Barnaud A., Deu M., Garine E., Mckey D., Joly H., 2006. La diversité génétique locale du sorgho dans un village au nord du Cameroun : structure et dynamique des variétés locales « Landraces ». Journal scientifique theor. Appl. Genet.

Chantereau J., Nicou R., 1991.
Le sorgho. Le technicien d'agriculture tropicale. Rene Coste. ED. Maisonneuve et Larose. Paris. 159 p.

Deu M., Hamon P., Bonnot F., Chantereau J., 1999. Le sorgho. *In Diversité génétique des plantes tropicales cultivées*. Montpellier, France, CIRAD. 387 p.

Djabali D., Boudries N., Lemgharbi M., Mokrane H., Nadjemi B., Belhaneche N., 2005. Les céréales locales du sorgho et mil. Séminaire International sur les productions végétales. Centenaire de l'INA, 5 – 7 Décembre 2005. PP 193 – 196.

Djè Y., Heuertz M., Ater M., Lefebvre Vekemans X., 2007. Evaluation de la diversité morphologique des variétés traditionnelles de sorgho du Nord Ouest du Maroc. *Biotechnol. Agron. Soc. Envir.*, volume II (2007). Numéro 1 : http://popups.ulg.ac.be/Base/document.php?id=393

IBPGR / ICRISAT, 1984. Revised *Sorghum* Descriptors. Rome, 36 p.

Rahal – Bouziane H., Mossab K., Kharsi M., Hamsi S., 2005. Les ressources fourragères du Touat, Gourara et Tidikelt : historique, inventaire et utilisation. Séminaire international sur les productions végétales. Centenaire de L'INA, 5 – 7 Décembre 2005. PP 292 – 294.

Rahal – Bouziane H., Mossab K, Khelid M., Kharsi M., Hamdi S., 2004. Résultats prometteurs chez une céréale d'été des oasis d'Adrar : le sorgho "*Sorghum* sp". *Recherche agronomique*, INRAA, n° 14. PP 57 - 64.

Sankare A., 1998. Le sorgho cherche à gagner du terrain. Syfia Mali. N° 110, mars 1998. 2 p.

REPONSE MICROEVOLUTIVE OSCILLANTE DES POPULATIONS DE CAILLE DES BLES (*Coturnix coturnix*. L) AUX EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET A L'ARIDIFICATION DES MILIEUX

Mohamed BELHAMRA[1] & Jean-Charles GUYOMARC'H[2]
[1]Faculté des Sciences Université Mohamed Kheider Biskra –Algérie segmadz@yahoo.fr
[2] UMR 6552 Université de Rennes 1 France cjc.guyomarch@free.fr

RESUME

Le schéma proposé suggère une réduction des populations des Cailles des blés (*Coturnix coturnix*) qui hivernent au Sénégal. Ceci est mis en relation avec la persistance depuis quatre décennies de la sécheresse dans cette région et son aggravation au début des années 1970. De plus, les milieux cultivés susceptibles d'accueillir ces mêmes cailles en hiver mais aussi en été auraient été affectés par l'utilisation de produits phytosanitaires. Les changements climatiques à l'échelle du globale ont significativement contribué à l'effondrement des effectifs d'oiseaux migrateurs et particulièrement les populations de migrateurs au long court inféodées aux milieux cultivés. Entre l'Afrique et l'Europe, lors de la migration prénuptiale de retour et/ou de départ, les oiseaux auraient développé des comportements de stationnement de plus en plus longs dans le Sahara. L'extension et la mise en valeur de nouvelles terres irriguées en régions arides, offrent des milieux attractifs et favorables à la réussite d'une première phase de reproduction précoce. Les résultats de notre étude sur les cailles captives révèlent que la chronologie du développement sexuel est plus complexe que prévu et que la période de reproduction commence beaucoup plus tôt qu'un observateur européen pouvait le supposer. Une fraction non négligeable de cailles se développerait spontanément aussitôt après le solstice d'hiver et une majorité des échantillons est en reproduction active au moment de l'équinoxe de printemps. Ces révélations confirment en fait les suggestions avancées par les ornithologues Italiens depuis un demi siècle. Ainsi, les changements climatiques et les transformations rapides à grande échelle des habitats fragiles des populations de cailles des blés pourraient avoir induit en quelques décennies une mutation globale de leur statut au même titre que chez d'autres espèces d'oiseaux migrateurs partiels. Les populations de Cailles des blés tendraient à devenir majoritairement hivernantes et sexuellement précoces (donc peu migratrices) dans les pays de latitude moyenne: entre 28° et 38° de latitude Nord.

Mots clés : *Caille des blés (Coturnix coturnix), migration, sélection, démographie, reprises des bagues, micro-évolution*

ABSTRACT

The provided scheme suggests a decrease of the European quails populations (*Coturnix coturnix*) that overwinter in Senegal. This is closely related to the persistence of drought in this region and its drastic escalation since four decades at the beginning of the seventies 1970. Likewise, the cultivated territory , likely to receive the same quails both in Winter and Summer, were affected by the use of phytosanitary products.
Climate changes significantly contributed to the collapse of the number of migratory birds in particular those depending on cultivated areas. During the prenuptial migratory period, between Africa and Europe, birds would develop stationary behaviours increasingly in the Sahara. Expansion and enhancement of new irrigated perimeters in arid régions, provide more attractive and opportun environments to the success of the first stage precocious breeding.
The results of our research relating to captive quails, show-up that the chronology of the sexual development is more complex than expected and that the period of breeding starts sooner rather than might an European observer suppose.
A sizeable part of quails would develop spontaneously right away after Winter solstice and a majority of cross-sections are in active breeding at the moment of Spring equinox. These factual presentations, strengthen the propound suggestions by Italian Ornithologists for half-century. Thus, climate changes and quick-alterations at a large scale of the quails population's fragile habitat could lead in some decades to global mutation quite rightly in other partial migratory birds species.

The quails populations should tend to become overwintering ,as a majority, and sexually precocious (could be hardly migratory) in countries of mid-latitude: 28° to 38° of North latitude

Key words: *European Quails (Corturnix corturnix), migration, selection, demography, ring recovery, micro-evolution.*

INTRODUCTION

La Caille des blés *Coturnix. coturnix (L)* appartient à un groupe d'espèce et de sous espèces particulièrement diversifié, répandues dans tous les milieux prairiaux ouvert de l'ancien monde, de l'Afrique du nord Coturnix. c. africana *à* l'Australie *Coturnix. c. cyprilophorus,* en passant par tout le paléarctique (JOHNSGARD. 1988). C'est donc un genre apparemment en pleine expansion qui a donné lieu à la description de pas moins de 35 sous espèces pour la plupart migratrices. C'est le cas de la caille des blés « European migratory quail » dont l'aire de répartition est la plus vaste puisqu'elle s'étend à l'ensemble du paléarctique occidental et même au-delà (Fig.1). Pendant la période estivale, la Caille des blés est sympatrique avec la Caille japonaise *Coturnix. c. japonica.* Dans la partie orientale du paléarctique les deux espèces cohabiteraient en période de reproduction (MOREAU & WAURE, 1968).

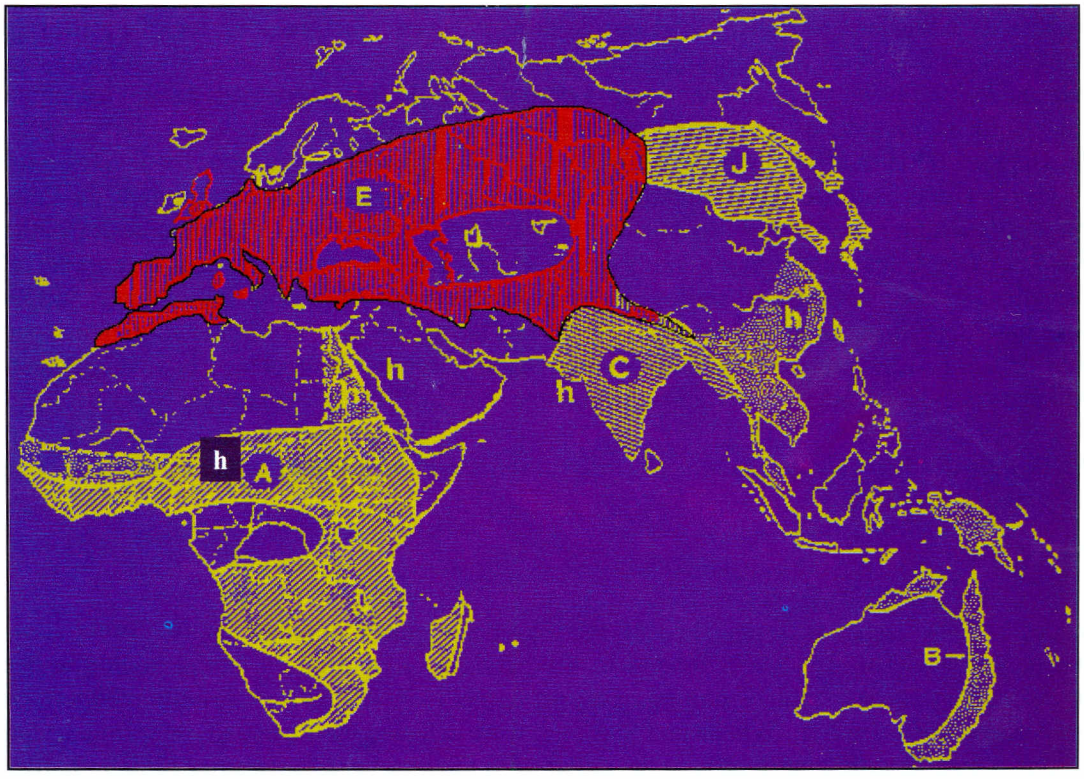


Fig. 1 : Aire de répartition de la caille des blés et du genre *couturnix*

Légendes :

J: Caille japonaise (Japanese quail): *Coturnix japonica*
A: Caille arlequine (African harlequin quail): *Coturnix delegorguei*
C: Caille natte (Black breasted quail): *Coturnix coromandelica*
B: Caille Tasmane (Brown quail): *Coturnix ypsilophorus*

E: Caille des blés (European quail): *Coturnix coturnix*
h: zones d'hivernage

TAUX DE SURVIE ET STRATEGIE DEMOGRAPHIQUE

Depuis le début du dernier siècle un effort important de baguage a concerné les populations médio-méditérranéenne de cailles des blés (CHIGHI *et al*, 1935). Les premières actions ont été entreprises en Italie entre 1938 à 1943, puis de 1946 à 1953. Réanalysées et réinterprétées récemment par PUIGCERVER *et al*, (1992), elle montre que la caille des blés présente un taux de survie annuel très bas (27 à 31 %) et une espérance de vie très faible (0,76 à 0,85 années). L'opération la plus récente a commencé en 1953 pour se terminer en 1966. Cette dernière campagne de baguage a été réalisée sous l'égide du Centre de Recherche sur la Biologie des Populations d'Oiseaux (CRBPO) en Tunisie au Cap Bonn. Nous avons représenté les résultats sous la forme d'une courbe (Fig. n°1). On voit d'une année à l'autre des fluctuations importantes du nombre d'individus bagués alors que l'effort de baguage est sensiblement le même ces fluctuations ne permettent pas de voir un quelconque déclin dans cette période de plus de dix ans. Egalement, les reprises montrent que le renouvellement des populations de la Caille des blés est très rapide (Fig. n°1).

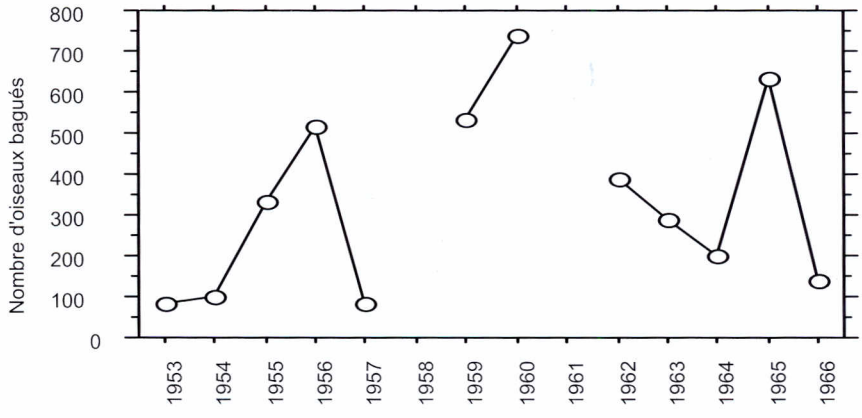


Figure 1 : Nombre d'oiseaux bagués au Cap Bonn (Tunisie) entre 1953 et 1966 (D'après les données de BORTOLI *et al* 1970)

Cette donnée démographique se vérifie également chez les populations naturelles de cailles japonaises. AUSTIN & KURODA (1935), sur 12000 cailles japonaises baguées entre 1925-1935, l'essentiel des reprises (Fig. n° 2) ont eu lieu la première année 90% puis 9% en deuxième année. Ceci démontre que chaque année l'essentiel des effectifs des reproducteurs sont des jeunes de 1 an. Par conséquent, toute perturbation majeure (Sécheresse, pesticides....) qui pourra affecter le succès d'une saison de reproduction et qui aura immédiatement une très grande influence sur l'importance des effectifs de la population de l'année suivante. Les populations de Cailles des blés obéiraient à une stratégie démographique du type « r » comme cela est connu chez les espèces d'oiseaux à espérance de vie courte par exemple: le Bec croisé *Loxia curvirostra,* (DAJOZ, 1982).

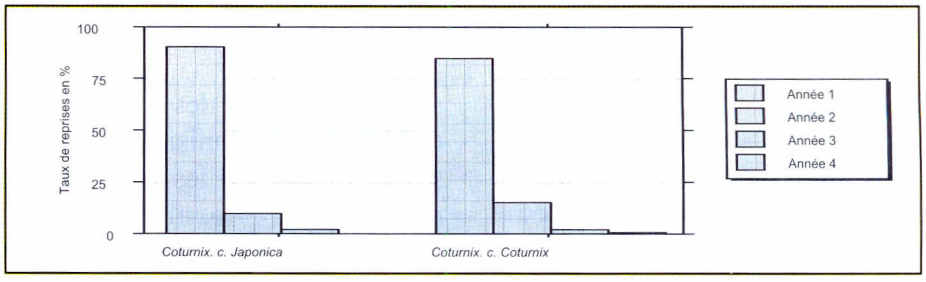


Fig 2 : Taux de survie dans la nature des Cailles japonaises (à gauche d'après AUSTIN et KURODA. 1935) et des Cailles des blés

CINETIQUE DEMOGRAPHIQUE AU 20eme SIECLE

Les grandes fluctuations des effectifs, le caractère invasionnel des populations arrivant parfois dans les pays occidentaux ont engendré de tout temps l'idée de déclin. Est-ce un mythe ? Les premiers témoignages du déclin des populations de Cailles des blés remontent au XVII siècle (*in* MOREAU. 1951). Les effectifs d'oiseaux ont atteint les niveaux les plus bas vers la fin du XIX siècle (DUPARC, 1890). « Autrefois connues sur toute la surface du département de l'Orne, (les cailles) sont devenues fort rares... par suite du remplacement du blé, de l'orge et avoine par des herbage et prairie artificielles » (LETACQ, 1982).

À cette époque, On assistait pourtant à des niveaux exceptionnels de capture de gibier migrateurs à des fins de consommation (MEINERTZHAGEN. 1954). Les importations de cailles en provenance de l'Egypte (Tableau n° 1) ont fourni longtemps la base de l'argumentation démontrant le déclin des populations (MOREAU 1951).

Tableau 1 : Importation de cailles d'Egypte entre 1897 à 1934

Années	1897	1989	1908	1913	1920	1926	1930 à 1934
Nombre de cailles en million	2	1,27	1,20	1,86	3	0,53	0,28 à 0,56

(D'après MEINERTZHAGEN. 1954

Cependant on oublie souvent de citer les importations record de 1920 pour frapper davantage le lecteur. On oublie aussi de rappeler que les très forts effectifs commercialisés jusqu'au début du siècle étaient constitués pour moitié par les captures de printemps ! Par ailleurs, la valeur « biologique » des chiffres est sujette à caution puisqu'on ne sait pas précisément la part des captures réelles qui était commercialisée d'une année à l'autre. Dans l'histoire plus récente de ces captures égyptiennes, dans la deuxième moitié du XXème siècle, on ne trouve pas d'éléments qui prouvent que ce déclin se soit perpétué.

Sur la même côte du Sinaï, ZUCKERBROT *et al* (1980), capturent 4800 cailles avec 2 km de filet en 45 jours de campagne. Ceci, extrapolé aux 200 km qui sont régulièrement tendus entre Port Saïd et Gaza pendant deux mois, donne une estimation proche d'un demi million d'oiseaux pour l'année 1973; la même que pour 1926 ! Actuellement, les filets réduits à 85% du littoral, et les autres modes de capture, fournissent encore 200 à 300 millier de Cailles par saison migratoire post nuptiale. Une étude précise réalisée pour le compte du Conseil International pour la Préservation des Oiseaux (ICBP) a démontré que pour les années 1989 et 1990 les taux de capture étaient respectivement de 14,1 et 25,4 cailles /km/ jour (BAHA ElDIN & SALAMA 1991). Les auteurs concluent qu'aucune tendance ne se dessine ni à la baisse ni à la hausse pour les 20 dernières années (1972-1990). On peut donc contester raisonnablement les conclusions pessimiste

qui s'appuient sur les observations réalisées en Egypte, d'autant plus que les développements important de l'agriculture en amont de ce passage migratoire historique pourrait en avoir modifié le cours depuis vingt ans.

Ces fluctuations des effectifs montrent finalement deux choses: (1) les cailles montrent des fluctuations d'effectifs d'une ampleur très spectaculaire d'une année à l'autre, ce qui correspond bien à la fois au renouvellement (« *turnover* ») rapide des populations, au faible taux de survie, et aussi au potentiel biotique très élevé de l'espèce; (2) les modifications des agro systèmes européens n'expliquent pas ou expliquent mal, la cinétique démographique de la caille migratrice en Europe occidental. Plus près de nous, le constat publié par Bird life International (ABISCHER & POTTS, 1994) confirme ce point de vue. Il montre que pour ces dernières années (de 1985 à 1990), la tendance est au maintien des populations pour la majorité des pays de la façade atlantique, contrairement au reste de l'Europe où la baisse se poursuivrait.

On peut donc se poser la question de cette tendance à la migration partielle : une des hypothèses est une sélection naturelle, soit vers la migration, soit vers la reproduction, induite par les transformations de l'habitat.

LES PROCESSUS DE SELECTION EN COURS

On sait que les formations steppiques d'Eurasie constituaient l'habitat d'origine des populations qui, ont envahi tardivement l'Europe de l'ouest et les savanes de l'ouest africain, accompagnant la progression des céréales cultivées. Or, ces milieux ont énormément changé au cours des dernières décennies. Les milieux prairiaux et céréaliers européens, dans lesquels la caille se reproduisait jusque dans les années cinquante, ont perdu leur potentialités, notamment au niveau trophique (COMBREAU & GUYOMARC'H, 1992). Simultanément, les populations migratrices au long cours, qui voyageaient jusqu'au Sahel en automne, subissent depuis plus de vingt années une sécheresse inexorable qui dégrade leur biotope d'hivernage (GUYOMARC'H, 1992). Pendant la même période, ce dernier demi siècle, les habitats favorables aux populations séjournant dans les pays de latitude moyenne de l'aire de répartition de l'espèce: Espagne, Portugal (FONTOURA et *al.* 2000), et surtout Maroc, Algérie, Tunisie et Libye se sont maintenus ou bien ont très sensiblement progressé grâce la mobilisations des eaux de surface et l'utilisation du système aquifère du Sahara septentrional. Par exemple, au Maroc plus d'un million d'hectares sont irrigués (SAINT JALME & GUYOMARC'H (1990a), et en Algérie le potentiel de terres irrigables est évalué à 1,24 million d'hectares dont seulement six cent quarante mille hectares de cultures sont actuellement irriguées (GUEMRAOUI et CHABACA, 2005).

Ainsi, des changements d'habitat à grande échelle pourraient avoir induit en quelques décennies un changement global du statut des populations de cailles dans le paléarctique occidental, à condition que les tendances migratoires et reproductrices de cette espèce soient contrôlées par des mécanismes génétiques endogènes semblables à ceux qui ont été illustrés chez les passereaux migrateurs (BERTHOLD, 1990).

MISE EN EVIDENCE EXPERIMENTALE DU POTENTIEL MICROEVOLUTIF DE L'ESPECE

On a croisé entre eux les sujets sexuellement les plus précoces et ayant accumulé le moins de graisse d'un coté, et de l'autre les oiseaux sexuellement les plus tardifs et ayant accumulé le plus de graisse d'une population captive de caille des blés *Coturnix coturnix* (GUYOMARC'H & BELHAMRA, 1998). On a observé ainsi, en se basant sur les estimations des héritabilités et corrélations génétiques les potentialités à se développer sexuellement tôt (ou tard) en saison, ainsi que la tendance inverse à

accumuler (ou non) les lipides de réserve pour migrer, se sont révélés très sensible à la sélection (Tableaux n°2).

Tableau 2 : Résultats des estimations des héritabilités et corrélations génétiques du développement sexuel et l'accumulation lipidique

Dates	10 janvier	10 Février	10 Mars	10 Avril	10 Mai
Héritabilités					
1-Développement sexuel	0,44 ± 0,07	0,58± 0,06	0,69± 0,05	0,48± 0,05	0,54± 0,05
2-Accumulation lipidique	0,44 ± 0,07	0,4± 0,08	0,18± 0,06	0,48± 0,05	0,4± 0,06
Corrélations génétiques	-0,95 ± 0,07	-,98± 0,08	-1	-1	-1

Le fait que ces paramètres sont significatifs à des moments clés du cycle permet de penser que les oiseaux expriment le même caractère au début du mois de Janvier et pendant le mois de Mai. Il apparaît évident que le développement sexuel pourrait inhiber l'impulsion migratoire (*in* BELHAMRA, 1997).

Les résultats obtenus sur les profils sexuels et migratoires de la Caille des blés sont du même type que ceux découverts chez les passereaux migrateurs partiels : grande variabilité intraspécifique des profils de comportement chez la fauvette à tête noire *Sylvia atricapilla*, (BERTHOLD, 1990), le traquet pâtre *Saxicola torquata*, (DHONDT, 1983). Cette variabilité est sous le contrôle d'un déterminisme génétique (BERTHOLD & QUERNER, 1982).

Les facteurs génétiques contrôlant les caractères étho-physiologiques sélectionnés chez la Caille des blés, associé au potentiel biotique très élevé de l'espèce (maturité sexuelle atteinte moins de trois mois après l'éclosion), au renouvellement « *turnover* » extrêmement rapide des populations (renouvelées à plus de 90% en deux ans), et aux grands changements qui sont intervenus dans les habitats, du Sud au Nord de l'aire de répartition. Cela pourrait expliquer les processus microévolutifs qui ont affecté la métapopulation du paléarctique occidentale de Cailles depuis un demi siècle. La fraction à tendances migratoires moyennes à faibles, autrefois marginale, a probablement augmenté considérablement dans les pays occupant les latitudes moyennes de l'aire de répartition : Maroc, Espagne et Portugal. Ainsi, la diminution des populations migratrices au long cours de Cailles des blés depuis 20 à 30 années, dans les pays d'Europe de l'Ouest, pourrait être le reflet d'un processus microévolutif affectant en réalité l'ensemble de la métapopulation paléarctique occidentale. Suivant l'exemple de la fauvette à tête noire, *Sylvia atricapilla*, dont les populations hivernantes croissent depuis 1950 en Grande Bretagne (BERTHOLD & TERRIL, 1988). Les populations de Cailles des blés tendraient à devenir majoritairement hivernantes et sexuellement précoces (donc peu migratrices) dans les pays de latitude moyenne: entre et 28° et 38° de latitude Nord : du Sud du Maroc au Sud du Portugal (FONTOURA *et al.*, 2000).

CONCLUSION

L'avifaune dans la savane sahélienne de Fété Olé au nord du Sénégal s'est considérablement appauvrie, entre 1972 à 1973, l'effectif des oiseaux sédentaires est passée de 60 espèces à 48 et les migrateurs éthiopiens de 17 à 7, la faune ornithologique totale est passée de 108 à 75 espèces. Selon cet auteur, l'effectif annuel moyen d'oiseaux à l'hectare est passé de 6,3 à 2,9 (DAJOZ, 1982). En effet, au Sénégal la dégradation continue des habitats d'hivernage est l'un des problèmes majeurs affectant les populations de cailles des blés. D'après la synthèse des données météorologiques fournies par la F.A.O. la sécheresse qui sévit depuis 1960 touche l'ensemble du pays. Ce déficit hydrique prolongé se répercute au niveau de la production de la biomasse. Cette situation provoque le raccourcissement du cycle végétatif des plantes et la baisse des fructifications. Les centaines de milliers d'hectares de savanes à acacia du Ferlo et du bassin du Saloum, qui constituent l'essentiel des zones naturelles d'hivernage pour la caille (MOREL, 1973) sont très dégradées et inhospitalières depuis 1990 -1991. Également, parmi les régions agricoles du pays, seules les zones de Ziguinchor et les terres situées des deux côtés du fleuve du Sénégal peuvent être considérées comme des lieux favorables à la caille des blés. Néanmoins, l'endiguement aurait déjà réduit les zones potentielles situées aux abords des berges qui semble-t-il constitueraient des micro-habitats fréquentés par la caille des blés (ABRAIS et al, 1986).

L'existence sur l'ensemble du Sahel de conditions écologiques extrêmement difficiles pour l'agriculture et de plus favorables à la reproduction et la pullulation d'insectes ravageurs comme par exemple le criquet pèlerin *Schistocerca gregaria* provoque une situation doublement grave. D'une part, les essaims réduisent les rendements de cultures pour l'homme et d'autre part pour y faire face, le seul moyen est la lutte phytosanitaire (DURATON et al, 1987). Entre 1986 et 1989, 12 millions d'ha ont été ainsi traitées par des insecticides. Une étude menée par MULLIE et al, (1993) citée par GREATHEAD et al (1993) montre que suite à des traitements insecticides, la richesse spécifique en arthropodes a considérablement chuté. Si on considère l'évolution des caractéristiques écologiques des biotopes d'hivernage et de reproduction estivale avant et après les développements des périmètres irrigués en régions arides sous nos latitudes moyennes (28° et 38° de latitude Nord) et des pratiques culturales nous pouvons schématiser les contours de la sélection exercée sur ces populations naturelles en deux étapes complémentaires:

HYPOTHÈSE 1 :

Les populations naturelles de caille des blés fréquentant la façade nord de l'atlantique ont été soumises à une succession de processus microévolutifs avant et après le développement des périmètres irrigués:

Nous avons vu qu'à l'exception des années 1941 et 1948 où la démographie des cailles migratrices en Europe a connu une phase d'accroissement, la tendance à la baisse des effectifs s'est accentuée durant la deuxième moitié ce dernier siècle (DAVIS et *al*, 1966). La première explication la plus admise par la majorité des ornithologues (MOREAU, 1951) est que ce déclin est le résultats des captures des cailles en Égypte et à l'évolution des pratiques culturales au moins en Europe de l'Ouest. Or différentes études menées sur les populations de cailles des blés dans la partie orientale et occidentale (BAHA El DIN & SALAMA, 1991; AEBISCHER & POTTS, 1994), montrent que ces deux premières suppositions expliquent mal le déclin de l'espèce. Nous pensons que ce sont surtout les conditions d'hivernage qui auraient exercé un rôle régulateur sur la cinétique démographique des populations occidentales. En effet, chez une espèce comme la caille des blés à stratégie "r" il est connu que les oiseaux optimisent leur natalité en se reproduisant l'année de leur naissance (BARBEAULT, 1995). Il est donc évident que l'oscillation des effectifs serait calquée sur les fluctuations des conditions bioclimatiques des zones de reproduction précoces et d'hivernage. Effectivement, avant le développement des périmètres au Maroc, ils existaient de vastes étendues au Sahel et au Nord de l'Afrique, visitées

régulièrement par les populations de cailles des blés.

Au Maghreb, plusieurs auteurs, ont signalé la nidification de l'espèce dans les Oasis et les zones semi arides (CHIGHI. 1935; HEIM de BALSAC & de MAYAUD, 1962; DAVIES et *al.*, 1966, ETCHECOPAR et HUE, 1978; GOODMAN et *al.* 1989). Nous savons que ces territoires sont occupés en partie par des cultures annuelles comme les blés et par des formations végétales du type steppique. Or, ces régions sont aussi caractérisées par un climat du type méditerranéen connu pour sa sécheresse et les fluctuations interannuelles de sa pluviométrie. Il est donc certain que les populations naturelles de caille des blés ont été soumises à une sélection du type oscillant impliquant selon les années climatiques pluvieuses ou sèches des processus microévolutifs favorisant tantôt des génotypes sédentaires et tantôt des génotypes migrateurs. GEROUDET (1978) signalait des cailles sédentaires en Afrique du nord. Les oiseaux peuvent également rester hiverner en Europe de l'Ouest: au nord de la France (HUGUES, 1935; GUYOMARC'H, 1991), en Angleterre (MOREAU. 1951) et en Italie (SPANO et TRUFFI, 1992). CRAMP et SIMMONS (1980) signalent aussi des cailles hivernantes en Europe de l'Est (Ukraine, Caucase).

HYPOTHÈSE 2 :

Le développement et la mise en valeur des périmètres irrigués en régions arides et semi arides aurait joué un rôle « tampon » absorbant les fluctuations bioclimatiques et offrant donc aux cailles des ressources abondantes et stables favorisant ainsi la sélection des génotypes sédentaires:

On sait que les cailles des blés qui viennent se reproduire chez nous et en Europe de l'Ouest marquent deux haltes importantes durant la phase de migration prénuptiale et ceci en vu de reconstituer les réserves lipidiques. La première étape au Sahara et la deuxième au Maroc. Or, comme nous venons de le voir, la littérature témoigne qu'une partie des cailles se reproduisent en Afrique du nord avant de regagner l'Europe (CHIGHI, 1935; HEIM de BALSAC & de MAYAUD, 1962; DAIES et *al.*, 1966). Cette reproduction a été signalée même au Sahara (DUPUY, 1966 HEIM de BALSAC & de MAYAUD, 1962). Si l'on admet la première hypothèse que l'adaptation des oiseaux à ce type de milieu est liée à une microévolution oscillante et à l'opportunisme de l'espèce, il est donc évident que la persistance depuis quatre décennies de la sécheresse au Sahel (F.A.O., 1997) Simultanément à l'évolution rapide au Maroc de l'agriculture sur de vastes étendues irriguées (MAGHNOUDJ, 1995), l'élimination des rapaces et l'emblavement au sud des Daya (BROSSET, 1990) conduisent inévitablement à des processus microévolutifs rapides. En effet, d'une génération à l'autre les populations de cailles des blés modifiées au milieu transmettent une partie des effets de cette sélection à leur descendance. Ceci dit, le développement des périmètres irrigués au Maroc aurait substitué à la première sélection du type oscillant une sélection directionnelle à l'avantage des génotypes précoces et donc sédentaires. Nous pensons que cette réaction rapide s'inscrit également dans la logique de la stratégie démographique de l'espèce qui pourrait donc cumuler l'effet de la sélection vers des oiseaux précoces à opportunisme de l'espèce et notamment sa précocité sexuelle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aebisher N. & Potts G.R., 1994- Quail *Coturnix coturnix*. *Bird Life Conservation Series*, 3: 222-223.

Aubrais O., Hemon Y.A. & Guyomarc'h J.C., 1986 - Habitat et occupation de l'espace chez la caille des blés *(Coturnix c. coturnix)* au début de la période de reproduction. *Gibier Faune Sauvage,* 3: 317-342.

Austin O.L. & Kuroda N., 1935 - The birds of Japon : their statuts and distribution. *Bull. Mus.Comp. Zool.*, 109 : 387-390.

Baha Eidine M. & Salma W., 1991 - The catching of birds in north Sinaï; autumn 1990, *I.C.B.P Study Report N° 45* : 42p.

Barbault R., 1995 - Écologie générale. Structure et fonctionnement de la biosphère. Masson, Paris, 275 p.

Belhamra M., 1997 - Les effets de la sélection sur la variabilité des tendances sexuelles et migratoires dans une population captive de caille des blés *Coturnix coturnix*; contribution à la connaissance des processus microévolutifs dans les populations naturelles. *Ph.D thesis, University of Rennes I.*

Berthold P. & Querner U., 1982 - Partial migration in birds: experimental proof of polymorphism as a controlling system. *Experientia*, 38: 805.

Berthold P & Terril S.B., 1988 - Migratory behaviour and population growth of blackcaps wintering in Britain and Ireland: some hypothesis. *Ringing Migration* 9:153-159.

Berthold P., 1990 - Genetics of migration. In Bird Migration: The Physiology and Ecophysiology, GWINNER E. ed.; Springer Verlag, Berlin: 269-280

Bortoli L., Cantoni J., Lachaux M. & Smart M., 1970 - Liste provisoire des reprises et contrôles intéressant la Tunisie. Société des Sciences Naturelles de Tunisie, document provisoire non publié.

BROSSET A (1990) - L'évolution récente de l'avifaune du Nord - Est Marocain: pertes et gains depuis 35 ans. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 45: 237- 245.

Chigi F, Agostini A & Ronato M., 1935 - Studi sulla migrazione della quagia (*Coturnix c. coturnix*). Compiuti della Stazione Ornithologica di Castelfusano. Rassegna. *Faunistica*, 1 : 33-94.

Combreau O & Guyomarc'h JC., 1992 - Energy intake, breeding success and growth in captive European quail *Coturnix coturnix* in relation to diet. *In* : Perdix VI, First international Symposium on Pardriges, Quails and Francolins,

Birkan M., Putts G.R., Aebischer N.J & Dowell S.D.. Gibier Faune Sauvage, 9: 677-692.

Cramp S. & Simmons S. 1980 - Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. *Vol. 2: The birds of Western Paleartic.* Oxford University Press, Oxford: 496-503.

Dajoz R 1982 - Précis d'écologie. Ecologie fondamentale et appliquée. Bordas Paris, 503p.

Davis P., Erard C., Preuss N.O., Tekke P.B & Taicot J 1966 - Invasion de cailles en Europe durant l'année 1964. *Aves*, 3 : 65-97.

Dhondt A., 1983 - Variations in the number of overwintering stonechats. *Ringing Migration*, 4,155-158.

Duparc L., 1890 - Note sur le gibier migrateur, des causes de sa disparition et des mesures législatives devenues nécessaires pour conserver. Hérisson & Cie, Annecy,15 p.

Dupuy A., 1966 - A propos de la nidification des Cailles au Sahara. *Oiseau. Rev Fr. Ornithol.* 36: 156.

Duraton J. F., Launois M , Launois-Luong M., Lecoq M. & Rachadi T., 1987 - Guide antiacridien du Sahel . CIRAD, Montpellier, 343 p.

Etchecopar R.D. & Hüe F., 1964 - *Les oiseaux du nord de l'Afrique.* Boubée et Cie, Paris.

Fontoura AP; Gonçalves D. Guyomarc'h JC & Saint Jalme M., 2000 - Sexual precocity of European quail *(Coturnix coturnix)*. Cah. Etho., 20 : 21- 34

Géroudet P., 1978 - *Grand échassiers, gallinacés et râles d'Europe.* Delechaux *et* Niestlé, Neuchatel, 185 p.

Guemraoui M., et Chabaca M.N., 2005 – Gestion des grands périmètres d'irrigation

(GPI): l'expérience algérienne. *In* Colloque sur les instruments économiques et modernisation des périmètres irrigués dans les pays de la méditerranée. Sousse (Tunisie) 21-22 Nov 2005

Greathead D. J., Kooyman C., Launois-Luong M. H. & Popov G. B., 1993 –Les ennemis naturels des criquets du Sahel. *Collection Acridologie Opérationnelle no 8*

Guyomarc'h J.C. & Belhamra M., 1998 - les effets de la sélection sur l'expression des tendances sexuelles et migratoire chez la caille des blés (*Coturnix c. Coturnix. L.*). *Cah. Ethl.*, 18 : 1-16

Guyomarc'h JC., 1992 - Structure, fonctionnement et microévolution des populations de cailles des blés (*Coturnix coturnix*) dans le paléarctique occidental. Gibier Faune Sauvage, 9: 387-401.

Hugues A., 1935 - Des questions sur la caille des blés. Recherches. *Alauda*, 7: 111.

Johansgard P.A., 1988 - Genus *Coturnix* **Bonnater., 1791**. 192-205 *in*: *The Quails Partridges and Francolins of the world.* Oxford Univ. Press, Oxford.

Letaq A.L. , 1982 - Observations zoologiques faites aux environs d'Alençon et de Mortagne. *Revue Normande et percheronne*, 1 : 22-26.

Maghnouj M.. 1995 - Rapport d'échantillonnage Juin 1996, opération Cailles des blés. *In*: Rapport du Centre National de la Recherche Forestière Année 1996, 8 p.

Meinertzhagen R., 1954 - *Birds of Arabia.* Henry Sothernan, London.

Moreau R.E. & Wayre P., 1968 - On the paleartic quails. *Adrea*, 56: 209-228.

Moreau R.E. 1951 - The British status of the quail and some problems of its bilogy. *Brit. Birds.*, 44 : 257-276.

Morel G., 1973 - The Sahel zone as an environnement for palearctic migrants. *Ibis*, 413-417.

Puigcerver M., Gallego S., Rodriguez J.D. & Senart J.C., 1992 - Survival and mean life span of the quail *Coturnix c. coturnix. Bird study*, 39: 120-123.

Saint Jalme M. & Guyomarc'h JC., 1990a - Recent changes in population dynamics of European Quail in the western part of its breeding range. *In:* 19th IUGB Congress; MYRBERGET ed., Trondheim 1989: 130-135.

Spanò S. & Truffi G., 1992 - La quaglia in Italia. GRAF-3 Roma. *Federazione Italiana Della Caccia*: 1-73.

Zuckerbrot Y.D., Safriel V. & Paz U., 1980 - Autumn migration of quail *Coturnix c. coturnix* at the north coast of Sinai peninsula. *Ibis*, **122** : 1-14

VALORISATION DES SOUS PRODUITS DU PALMIER DATTIER COMME AMENDEMENT DES SOLS

Messaoud ROMANI[1] et Abdelmoumein BEZZALA[2]- Fattoum LAKHDARI[1]

1Département d'Agronomie Université Mohamed Kheider Biskra /CRSTRA–Algérie
2Département d'Agronomie Université Mohamed Kheider Biskra –Algérie

Résumé :

Le compostage des sous produits du palmier dattier (palmes, Cornafs, Lif…) a permis d'obtenir en un temps relativement court (7 semaines seulement) un biofertilisant « Bio-Palm » fort intéressant, de part ses caractéristiques agronomiques (C/N<20, structure grumeleuse, capacité de rétention en eau de 65%...).

Toutefois, un apport azoté s'avère nécessaire pour activer le processus. Tout en restant dans la gamme des produits biologiques, les apports azotés devant activer le processus ont été assurés par l'ajout de fientes de volailles.

Conçu par un procédé contrôlé, totalement biologique et techniquement peu sophistiqué, « Bio-Palm » s'intègre parfaitement dans une stratégie de lutte contre la pollution des sols, d'amélioration de leur statut organique et financièrement accessible aux agriculteurs.

Mots clés : *palmier dattier, sous-produits, compost, «biofertilisant», amendement.*

Abstract:

The composting of date palm by-products (palms, Cornafs, Lif…) has allowed us to obtain in a time relatively short (7 weeks only) one biofertilizer extremely interesting "Bio-Palm", beside the agronomic characteristics C/N <20; gritty structure, water holding capacity of 65%...).

Notwithstanding, a biological nitrogenous contribution seems to be necessary to activate the process. While remaining in biological line, the nitrogenous amount activating the process is ensured by adding fowl droppings.

Designed by a controlled process, completely biological and technically little sophisticated, "Bio-Palm" is integrated perfectly in a control strategy against the pollution of soils enhancing the organic status and financially available to the farmers.

Key words: *date palm, by-products, compost, biofertilizer, improvement*

INTRODUCTION

Actuellement, la filière des « bio fertilisants » est de plus en plus sollicitée en raison de la demande mondiale en produits respectant l'environnement et la santé publique. En Algérie, la relance du secteur agricole, ces dernières années, a déclenché un engouement pour l'amendement des sols et tout particulièrement en Régions Arides où la matière organique fait naturellement défaut. Outre l'usage traditionnel du fumier et plus récemment de fientes de volailles, le recours à divers substrats organiques importés sous toutes les formes (tourbe, terreau, bio-fertilisants liquides…) constitue aujourd'hui une part non négligeable des intrants agricoles.

Par ailleurs, l'extension des superficies phoenicicoles génère de plus en plus de biomasse partiellement utilisée (haies, abris), ce qui constitue des déchets encombrants qui, accumulés, deviennent source de maladies compromettant à la fois l'environnement et la production dattière. L'idée était de concevoir un produit à la fois améliorant la fertilité des sols et valorisant ces déchets et de surcroît biologique de part le fait qu'il s'agisse d'une transformation et d'une valorisation des sous produits du palmier dattier par le processus biologique de décomposition de la matière organique « le compostage ». Ce procédé biologique contrôlé se déroule en deux phases successives :

- une phase de dégradation de la MO dominée surtout par les microorganismes (champignons, bactéries…). Il s'agit d'abord d'une oxydation partielle qui s'accompagne d'une augmentation de la température (70°C) et de dégagement de CO_2. Elle aboutit à la formation d'autres composés organiques (acides organiques).
- une phase de maturation où prédomine la biosynthèse d'humus et où intervient aussi bien la microflore que la microfaune. Elle se déroule à des températures moyennes (40°C) (MUSTIN,1987).

Ce procédé nécessite des conditions favorables aux réactions biologiques notamment le maintien d'un certain taux d'humidité, l'aération du milieu biologique et l'équilibre du rapport C/N (DOMMERGUES et MANGENOT, 1970 ; DAVET, 1996 ; FRANCOU, 2003).

MATERIEL ET METHODES

1. Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental comprend deux types de composteurs dont les dimensions sont calculées en fonction de la masse du broyat initial à traiter:

- des fosses (fosse 1et fosse 2) creusées à même le sol 1mX1mX1, 20m (Fig.1)
- des composteurs en matière plastique, de mêmes dimensions, conçus pour cette opération.

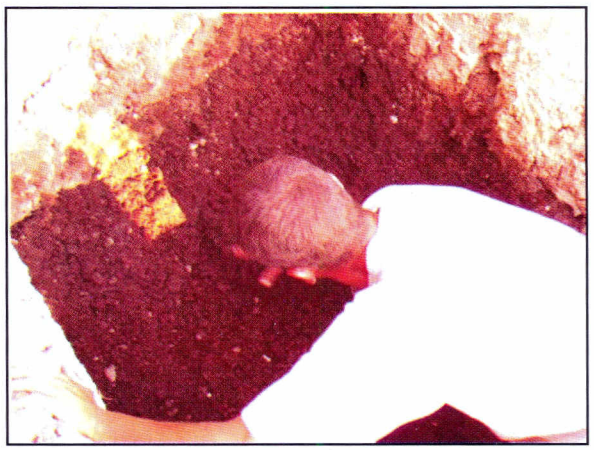


Figure 1 – Fosse à Compostage

Les sous produits du palmier dattier (les palmes sèches, cornafs et lifs), subissent un double broyage à l'aide d'un broyeur à lames avant leur compostage. L'activation du processus de décomposition de la matière organique est assurée par deux apports azotés d'origine biologique (fientes de volailles) à raison de 1% environ (fosse 2 et composteur en plastique). L'humidité est maintenue par un arrosage constant autour de 70%. L'homogénéisation et l'aération de la matière organique sont assurées par un retournement hebdomadaire.

La fosse 1, ne recevant pas d'apport azoté, est considérée comme témoin.

1.2. Observations, Mesures et Analyses effectuées

Le contrôle du taux d'humidité, du pH et de la température est effectué quotidiennement afin d'ajuster les conditions du milieu biologique et d'apprécier le processus de décomposition de la matière organique. Pour le suivi de la température interne du milieu biologique, il a été mis au point un dispositif constitué d'une unité fixe en cuivre sur laquelle s'adapte un thermomètre à sonde permettant de relever la température tout en minimisant les erreurs inhérentes à ce type de mesures (fig. 2).

L'évolution de la matière organique est examinée à travers une évaluation périodique du rapport Carbone/Azote (C/N) jusqu'à l'obtention d'un taux inférieur à 20, indice d'un bon compost (BOURRINET, 1989). A ce stade la capacité de rétention (CR) en eau du produit est déterminée sur des échantillons du substrat refroidi après leur saturation durant 48 heures jusqu'à remontée de l'eau à la surface des échantillons par capillarité. Les pots sont recouverts par un film en plastique afin de minimiser au maximum les pertes. Des prélèvements sont effectués deux fois par jours jusqu'au point de stabilisation de l'humidité.

Enfin, un relevé de la microflore est également effectué suivi de tests de phytotoxicité sur différentes espèces cultivées (tomate, melon et cresson).

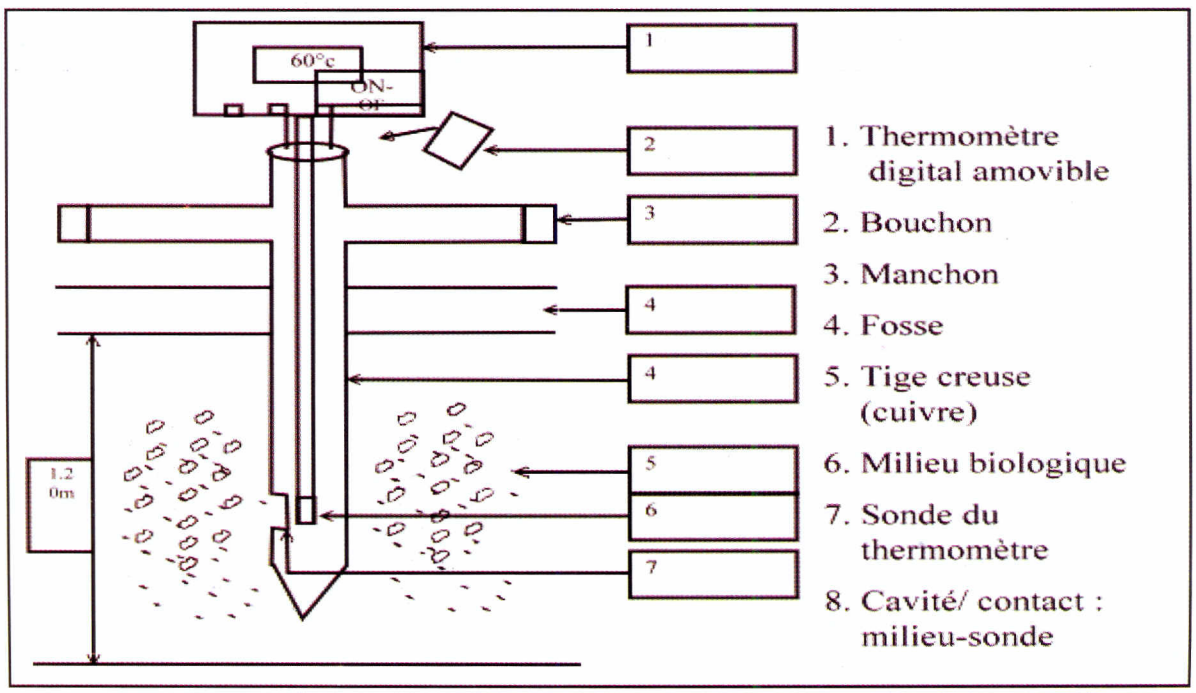


Figure 2 – Dispositif de relevé de la température

Les essais sont menés au niveau de deux sites expérimentaux (terrain expérimental du Département d'Agronomie à l'Université de Biskra et à Sidi-Okba situé à 20 km de cette dernière).

L'azote est déterminé par la méthode KJELDAHL adaptée au végétal (Pauwels et *al*, 1992). Le carbone organique est dosé par la méthode ANNE modifiée (Bonneau et Souchier, 1979)

L'ensemencement est réalisé sur le milieu de culture Sabouraud pour les champignons et de la gélose lactosée pour les bactéries.

RESULTATS

1. Evolution de la température

Elle est marquée par deux phases thermophiles (fig. 3) :

– la première phase thermophile démarre dès les premières 48 heures de la mise en route de l'expérience aussi bien pour la fosse 1 que pour la fosse 2 où la température maximale atteint respectivement 40 et 53°C.

– la deuxième s'installe à partir du treizième jour et surtout dans la fosse 2 où la température maximale est de 55°C et la plus faible est de 40°C.

Au cours des deux phases, une marge de 10 à 20°C environ distingue la fosse 2 de la fosse1.

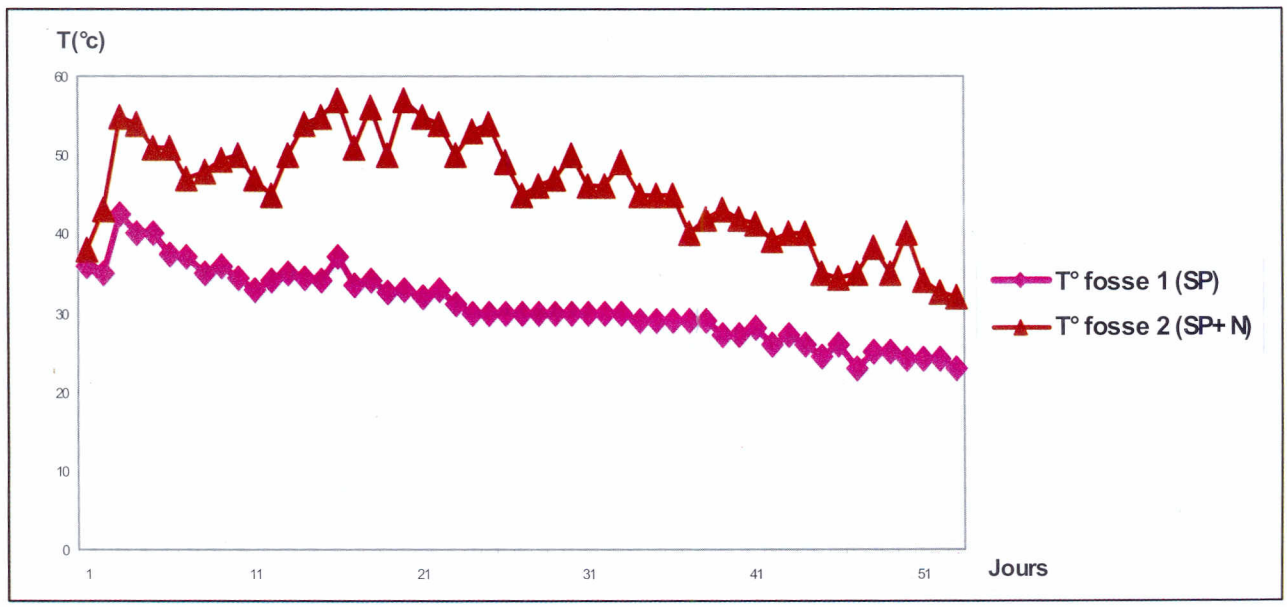


Figure 3 – Evolution de la température au niveau des fosses
(SP : Sous produits ; SP+N : Sous produits + azote)

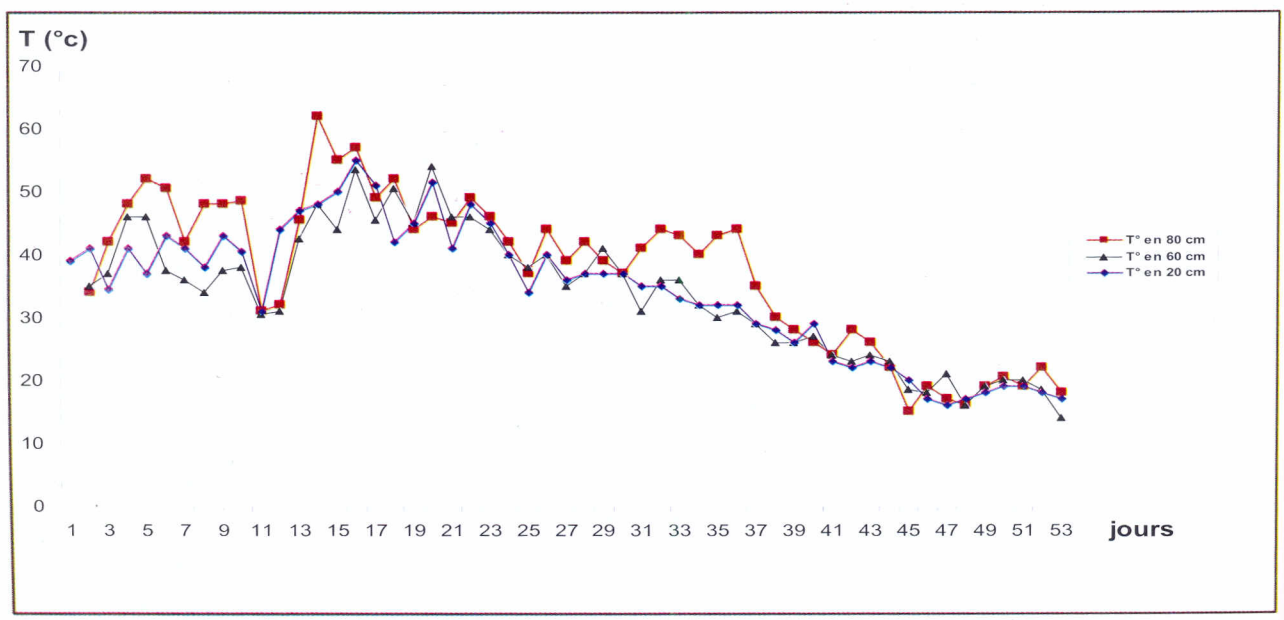


Figure 4: Evolution de la température dans le composteur en plastique en fonction de la profondeur.

Par ailleurs, la figure 4 relative au composteur en plastique indique les mesures de températures effectuées à différentes profondeurs (20, 60 et 80 cm) à partir de la surface. Comme précédemment, deux phases thermophiles sont relevées mais surtout pour la couche médiane où la température maximale avoisine les 60°C au cours de la deuxième phase.

Au cours de la première phase, et comparativement aux résultats précédents relatifs à la fosse 2, on note un léger retard dans l'enclenchement du processus thermophile.

2. Evolution du pH

Dans le cas des fosses (Figure 5), le pH oscille entre 5,5 et 7. Toutefois, il est généralement plus élevé dans le cas de la fosse 2 et surtout aux cours des deux phases thermophiles.

Au niveau du composteur en plastique (figure 6), il oscille entre 6 et 7. Cependant, les valeurs les plus faibles sont mesurées à 80 cm de profondeur alors qu'il demeure proche de la neutralité à 60 cm.

De façon similaire aux résultats relatifs à la fosse 2, les courbes de pH présentent deux paliers correspondants aux deux phases thermophiles.

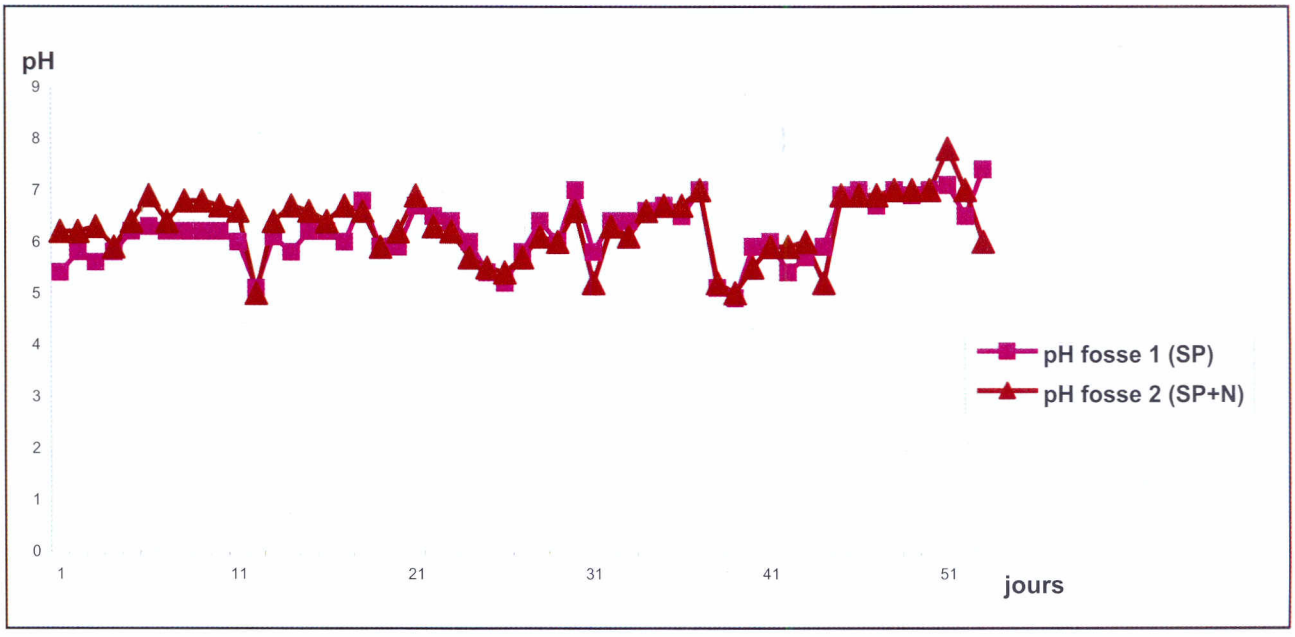


Figure 5: Evolution du pH dans les fosses
(SP : Sous produits, SP+N : Sous produits + azote)

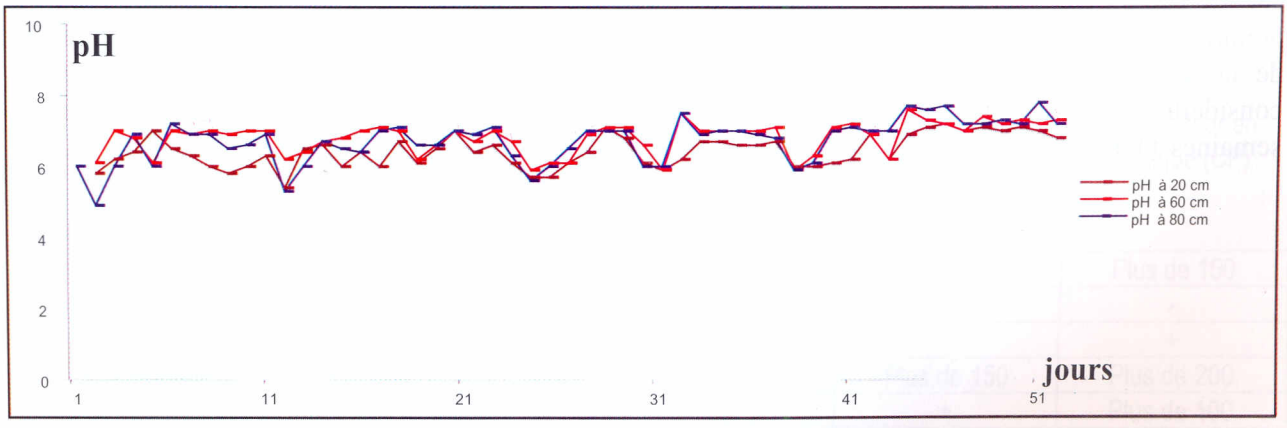


Figure 6 : Evolution du pH dans le composteur en plastique en fonction de la profondeur

3. Evolution de la matière organique

Après huit semaines de compostage, le tableau 1 montre une nette diminution du taux de carbone organique au niveau des deux composteurs recevant un supplément azoté. Toutefois, cette baisse est beaucoup plus marquée pour la fosse 2 où il ne représente qu'environ 50% du taux initial mesuré sur le broyat sec avant sa mise en fosse (45%).

Par ailleurs, les mesures effectuées dans le cas du composteur en plastique, révèlent aussi une diminution du carbone organique pour les trois couches examinées. Néanmoins, cette régression est plus forte au niveau de la couche intermédiaire autrement dit à 60 cm de profondeur. Elle est moindre dans la couche superficielle.

De même, les dosages de l'azote total nous permettent d'examiner l'évolution du rapport C/N. En sept semaines seulement, et par comparaison au témoin, ce dernier baisse fortement pour la fosse 2 : signe d'une évolution rapide. Dans le cas du composteur en plastique, ce rapport est autour de 20.

Tableau 1 : Caractéristiques des substrats organiques après sept semaines de compostage

Paramètres	**Fosse 1**	**Fosse 2**	**C.P**
Humidité (%)	60,9	51,9	64,5
C %	34,2	24,7	29,3
N total sur sec %	0,28	1,97	1,24
C/N	122,14	12,53	23,62

Pour le composteur en plastique (CP) seule les valeurs relatives à la couche intermédiaire à 60cm sont reportées sur le tableau)

4. Activation biologique

Cinq jours après la mise en route de l'expérience, la fosse 2 est colonisée par des fourmis et des mouches probablement attirées par les odeurs qui s'en dégagent durant cette première phase. Notons également l'apparition de larves de diptères dont le nombre croît considérablement au cours des trois premières semaines (1,11% de la masse globale). Elles sont relevées plus facilement au niveau du composteur en plastique au moment où elles traversent les parois perforées de ce dernier.
La recherche de microflore illustrée par la figure 7 et le tableau 2, montre nettement une plus riche microflore dans le cas de la fosse 2 et du composteur en plastique comparativement à la fosse 1 et au broyat.

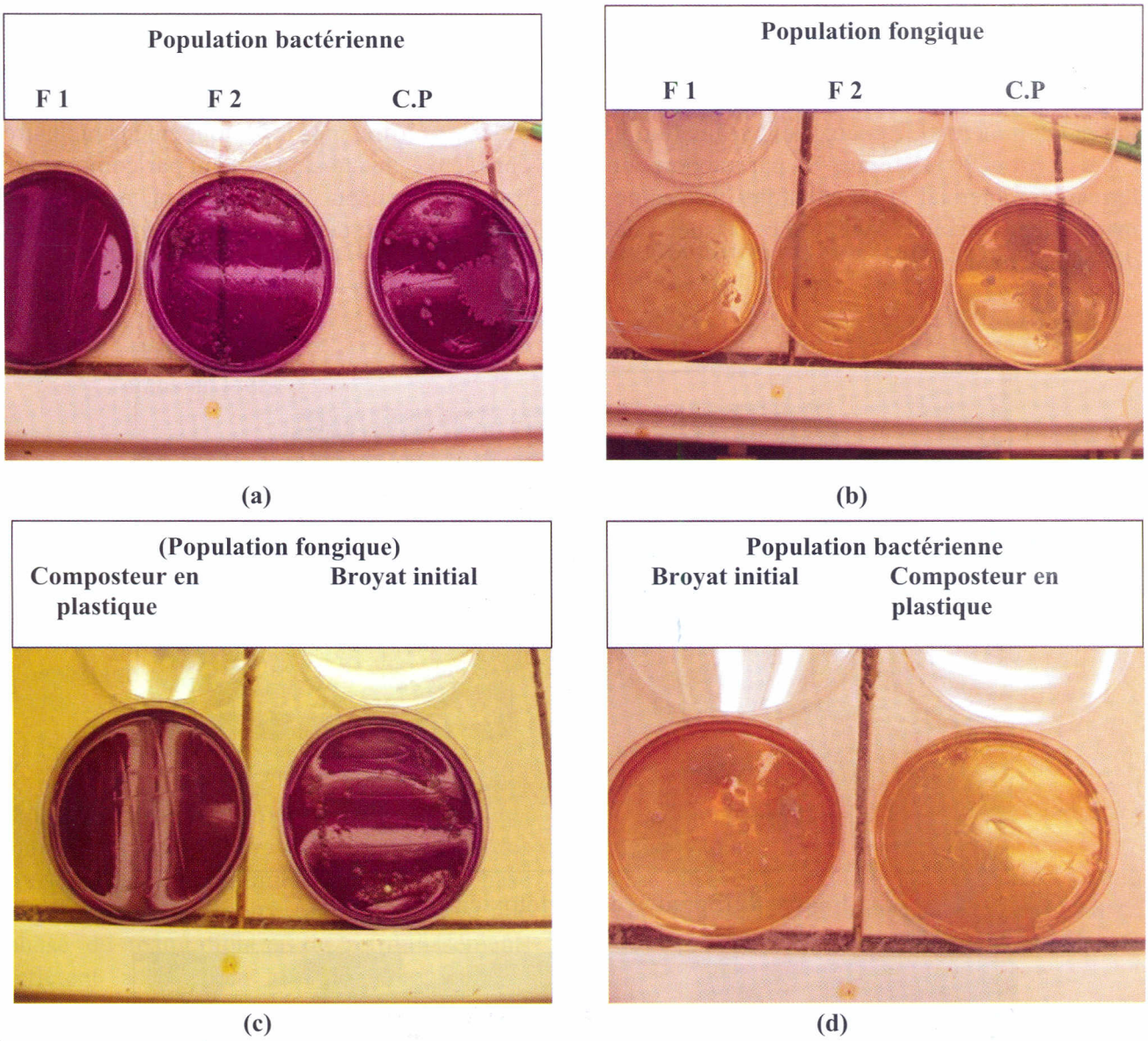


Figure 7 : La microflore relevée au niveau du compost.

Tableau 2 : Relevés de la microflore (unités / champ microscopique)

Substrat / Microorganismes (unités/champs microscopiques)	Broyat initial	Fosse 1	Fosse 2	Composteur en plastique (CP)
Protozoaires	20	Plus de 60	Plus de 100	Plus de 150
Paramécie	-	10	-	-
Hyphes mycéliens	3 à 4	+	+	+
Flore bactérienne	-	-	Plus de 150	Plus de 200
Levures bourgeonnantes	-	30	+	Plus de 100

+ : présence et - : absence

2.5. Les tests de phytotoxicité

Les résultats obtenus in vitro sur différentes espèces cultivées ne montrent pas des écarts importants entre les substrats à tester et le terreau commercial. Le taux de germination y est d'environ 90% (figure 8) par rapport au terreau commercial et les plantules testées ne manifestent aucun symptôme visuel de déficience ou d'excès.

En outre, les profils racinaires réalisés au niveau de l'essai mené sous serre (figure 9) révèlent un très bon développement racinaire dans le cas du substrat obtenu par compostage par comparaison au traitement à base de terreau commercial, considéré comme témoin « sol ».

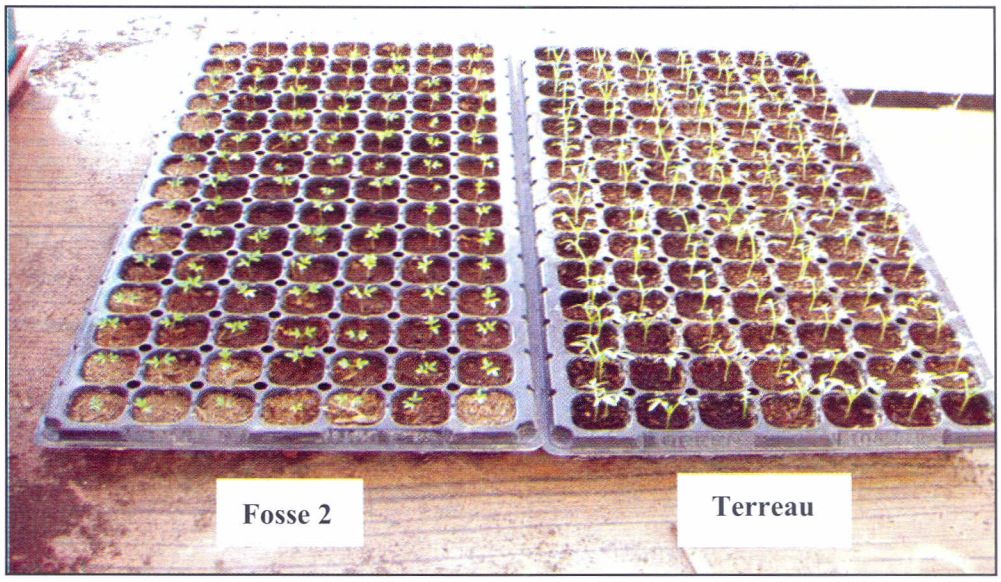


Figure 8 : Épreuve de phytotoxicité (cresson)

Témoin « Sol » **Bio-Palm**

Figure 9 : Effet du substrat composté sur l'enracinement de la tomate sous serre.

2.6. La capacité de rétention en eau

Le tableau 3 ne révèle pas de grandes fluctuations entre les échantillons des différents composteurs et celui du terreau commercial (T) avec un écart maximal de 10%. Les valeurs des différents traitements oscillent entre 63 et 76%.

Tableau 3 : Capacité de la rétention en eau des différents substrats organiques compostés et refroidis

Echantillon Temps en jours	Témoin (T)	Fosse 1	Fosse 2	C.P.
1	75	76	67	69
2	74	68	66	67
3	74	67	63	68
4	74	69	63	68
5	74	68	63	69
6	74	66	64	68

Cet effet éponge est également relevé sur le broyat initial des sous produits du palmier avant leur compostage sous des tests préliminaires dont les résultats ne sont pas exposés ici.

III- Discussion :

D'une manière générale, les résultats enregistrés au cours de la décomposition des sous produits du palmier dattier (une phase thermophile avec deux piques suivie d'une phase de maturation et de refroidissement) reflètent assez bien ceux du compostage classique des déchets organiques évoqués par plusieurs auteurs dont MUSTIN (1987).

Cependant, la diversité des matières compostables et l'importance des microorganismes intervenant dans le processus de décomposition de la matière organique rendent difficile l'établissement d'une recette standard généralisable. Ce qui nécessite des innovations et des ajustements en matière de traitement au cas par cas pour l'obtention d'un compost agronomiquement intéressant.

Dans le présent cas, avec un rapport initial C/N de 128, au bout de sept à huit semaines seulement au lieu de trois mois (durée moyenne admise pour l'obtention d'un compost), le substrat obtenu présente les qualités recherchées notamment :

-Le rapport C/N $\leq$20 selon le type de composteur.
-La structure grumeleuse associée à une capacité de rétention en eau élevée (65%) ce qui explique le bon comportement des plantes testées du moins en partie (effet éponge). Cet effet éponge prend un intérêt particulier dans le cas des sols à faible pouvoir de rétention en eau comme c'est le cas souvent en Régions Arides.
La finesse du produit fini peut être prévue lors du broyage selon l'usage auquel est destiné le produit composté (horticulture et/ou amendement des sols). Pour ce dernier elle peut être modulée selon la texture des sols (sol léger, sol lourd…).

Il est relevé une absence de réactions particulières (phytotoxité) chez les plantes testées et une croissance racinaire stimulée, ce qui favorise la nutrition hydrique et minérale. Le produit obtenu se caractérise également par une odeur de sous bois très agréable, signe d'une bonne aération lors du compostage.

La comparaison des deux types de composteurs utilisés (fosse et composteur en

plastique) d'une part, et les résultats relatifs aux différentes couches du composteur en plastique d'autre part montre une forte sensibilité du processus à l'oxygénation du milieu biologique et à son humidification.

Outre ses atouts agronomiques et environnementaux, le substrat obtenu s'avère aussi économiquement intéressant (tableau 4) si l'on en juge sur la base de son coût de revient par comparaison à celui d'autres fertilisants utilisés.

Tableau 4 : Tableau comparatif des prix approximatifs de différents fertilisants et amendements

Type de fertilisant	**Engrais chimiques**	**Terreau**	**Fumier**	**Bio-palm**
Prix de revient à l'ha (en DA)	173 250,00	302 400,00	262 500,00	100 000,00

Toutefois, l'apport d'un supplément azoté d'origine biologique s'avère nécessaire pour activer le processus comme le montre l'augmentation de la température dans le cas de la fosse2 et du composteur en plastique par comparaison à la fosse 1 ne recevant pas d'azote supplémentaire.

En absence d'une source azotée complémentaire un tel substrat n'est obtenu qu'après 6 mois de compostage (cas de la fosse 1). En effet, c'est au cours de la phase thermophile avoisinant les 70°C, que l'essentiel des réactions impliquées dans la dégradation de la matière organique sont hautement activées (importante activité fongique et bactérienne, destruction des pathogènes et perte du pouvoir génératif des graines). Néanmoins, tout le long de leur décomposition, les sous produits du palmier dattier sont le siège d'une vie intense et diversifiée (bactéries, champignons, acariens, protozoaires, diptères etc. . .) avec la prédominance de la microflore.

En définitif, si des conditions favorables à l'activité des microorganismes sont réunies la reconversion des sous produits du palmier dattier est tout à fait envisageable à l'aide d'équipement simples, non sophistiqués et économiquement accessibles.

CONCLUSION

Le substrat obtenu au bout de huit semaines, est caractérisé par une couleur brune foncée à noirâtre, avec une odeur de sous bois (signe d'une bonne aération au cours du compostage), un rapport C/N inférieur à 20 (une bonne évolution), un excellent aspect sanitaire aussi bien pour les plantes que pour les sols (indemne de tout élément pathogène et des graines de plantes adventices) et une capacité de rétention en eau autour de 65% (effet éponge). Cette dernière propriété présente un capital avantageux quand il s'agit des sols à faible rétention en eau, notamment en milieux arides. Le substrat qui en résulte présente plusieurs atouts dont :

1-l'amélioration nette des fonctions nutritionnelles des sols ;

2-la stimulation de la croissance racinaire et par conséquent une nutrition hydrique et minérale plus aisée ;

3-une bonne reprise des plants transplantés à travers un meilleur enracinement facteur décisif pour la reprise des plants horticoles ou arboricoles dont le palmier dattier ;

4-produit utilisable dans tout type d'agriculture (protégée et/ou de plein champ) et dans tout type de sol sans risque pour l'environnement et à moindre coût.

A la lumière de ces résultats, nous pouvons suggérer le compostage des sous produits du palmier dattier comme source d'amendement des sols et ou de substrats horticoles ou des pépinières.

En outre, il peut faire l'objet d'exportation dans la gamme des produits biologiques si des unités de sa production voient le jour. Le montage de telles unités est générateur potentiel d'emploi.
Enfin, le développement de cette filière peut parfaitement s'articuler avec le traitement des déchets organiques urbains ce qui fait l'objet de nos investigations en cours.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bonneau M., et Souchier B., 1979. Pédologie T (II) –Constituants et propriétés du sol. Ed. MASSON & Cie, Paris. 459 p.

Bourrinet P., 1989. Pollution/Elimination et traitement des déchets Encycl. Universalis. pp 935-938.

Davet P., 1996. Vie microbienne du sol et production végétale Ed. INRA Paris – 380p.

Dommergues Y. et Mangenot F., 1970. Ecologie microbienne du sol. Ed. Masson & Cie ; Paris -796p.

Francou C., 2003. Stabilisation de la matière organique au cours du compostage des déchets urbains : influence des déchets et du procédé de compostage. Recherche d'indicateurs pertinents. *Thèse- doc. Inst. Nat. Agro.* Paris Grignon. 288p.

Mustin M., 1987. Le compost. Gestion de la matière organique Ed. François Dubusc Paris, 954p.

Pauwels, J.M.; Van Ranst, E.; Verloo, M. & Mvondo, Z.E.A. 1992. Manuel de laboratoire de pédologie : Méthode d'analyse de sols et de plantes, Equipements, Gestion de Stocks de Verrerie et de produits chimiques Publications Agricoles. Bruxelles -28 -256p.

PS :

Le produit proposé a fait l'objet d'une expertise internationale au niveau du Laboratoire de l'Unité Mixte de Recherche ISIM, INRA, AGRO-Ingénierie de la réaction biologique -Bio-production Montpellier II, il est breveté au niveau de l'INAPI d'Alger sous l'appellation « **Bio-Palm** » sous le N° 4080/2005. Il a obtenu un prix d'honneur lors du concours du prix national de l'environnement -Alger 2007-.

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

Généralités

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

L'article peut être de nature scientifique ou technique et ayant trait aux zones arides ou semi-arides.
Il est recommandé de concevoir les articles sous une forme rédactionnelle en limitant les niveaux de classification – pas plus de trois niveaux de titres et intertitres – et en veillant à maintenir un équilibre entre le texte proprement dit et les illustrations (encadrés, tableaux, figures, photos). 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
La mise en page doit être la plus simple possible.
Chaque page sera numérotée en chiffre arabe.

Langue

Les articles peuvent être rédigés en arabe, en anglais ou en français et présentés comme suit : format standard A4 (21 x 29,7),

Présentation :

- en double interligne avec une marge de 2.5cm à gauche et 2,5 cm à droite ;
- comprenant le titre de l'article, le titre en anglais et les références des auteurs : nom, prénoms complets, institution d'appartenance et adresses postales complètes de tous les auteurs ainsi que l'adresse électronique et les numéros de téléphone et de fax ;
- un résumé en français de 250 mots maximum ;
- un abstract en anglais de 250 mots maximum ;

Mots clés en français et en anglais ; le plan se déroulera classiquement comme suit : "Introduction" "Matériel et Méthodes" "Résultats" "Discussion" "Conclusions" "Remerciements" ; des références bibliographiques (60 au maximum), sur pages séparées.

Nomenclature : tous les paramètres cités dans le texte doivent être définis et les unités utilisées reportées. Les symboles utilisés doivent être de type standard (ISO par exemple). Les unités doivent conformes au système international.
Les noms latins de genres et d'espèces, les locutions latines seront en italique ou soulignés.

Illustrations

- les illustrations (tableaux, figures, cartes et photos) ainsi que les encadrés sont incorporés et joints sur pages séparées (saut de page) placées après les références accompagnés de légendes et notes détaillées en français ; ces illustrations et encadrés doivent être appelés dans le corps du texte. Toutes les illustrations doivent être accompagnées d'une légende en français.

Les figures et photos doivent être par ailleurs fournies en fichiers distincts au format JPEG, TIFF ou PowerPoint, dans des résolutions suffisantes pour en permettre une impression correcte (600 dpi environ pour les schémas contenant des lignes et 300 dpi pour les images tramées – photos ou graphiques avec nuances de gris) ;
Dans l'hypothèse où certaines des illustrations seraient réalisées par des tiers, qu'elles aient déjà été publiées ou non, l'auteur s'engage à obtenir auprès de ces derniers l'ensemble des autorisations nécessaires à l'intégration de ces illustrations dans son article et à leur exploitation sous cette forme. Il communiquera ces autorisations de reproduction avec son manuscrit.
Toutes les illustrations (les photos étant considérées comme des figures) citées dans le texte seront numérotées en chiffres arabes (tableau 1) (figure 2). Elles doivent être accompagnées de légendes. Leur appel
doit être clairement indiqué dans le corps du texte.

- les sigles et acronymes doivent être développés à la première occurrence dans le

corps du texte, dans chaque tableau, figure et référence bibliographique ;
- les titres et intertitres proposés doivent être concis ;

Références bibliographiques

La bibliographie ne doit pas être exhaustive, mais plutôt sélective, citer des références auxquelles les lecteurs peuvent avoir facilement accès et faire état de recherches et travaux récents dans le domaine considéré
Les références bibliographiques seront classées dans leur ordre d'apparition dans le texte (appelées dans le texte par leur numéro placé entre crochets).
Indiquer tous les auteurs lorsqu'il y en a 6 ou moins. Lorsqu'il y en a 7 ou plus, indiquer les trois premiers suivis de et al. Les références doivent indiquer, dans l'ordre :
• Pour les articles de revues : Nom des auteurs suivis des initiales de leurs prénoms, sans espace et sans point, avec une virgule entre les auteurs. Titre de l'article (dans la langue d'origine). Nom abrégé de la revue en italiques année ; volume : première et dernière page de l'article.
Exemples: Bouchet P. Les mils et sorghos dans la République du Mali. *Agron Trop* 1963 ; 1 : 107-85.
• Pour les livres
Même présentation des auteurs. Titre du livre en italiques. Ville (pays le cas échéant) : nom de l'éditeur, année de publication.
Exemples : Giri J. Le Sahel demain : catastrophe ou renaissance. Paris: Karthala, 1963.
• Pour les chapitres de livres
Même présentation des auteurs du chapitre. Titre du chapitre (en romain). In : Nom des auteurs du livre, eds. Titre du livre en italiques. Ville (pays le cas échéant) : nom de l'éditeur, année.
Exemples : Gueye M, Ndoye I. Le potentiel fixateur d'azote d'Acacia raddiana comparé à celui d'Acacia senegal, Acacia seyal et Faidherbia albida. In : Grouzis M, Le Floc'h E, eds. Un arbre au désert. Acacia raddiana. Paris : IRD éditions, 2003.

Annexes : afin de ne pas perdre de vue les idées principales, les analyses mathématiques subordonnées au thème principal et susceptibles d'éclairer les lecteurs de l'article devront être détaillées en annexe.
Tableaux : ils doivent être inclus dans le manuscrit et numérotés en chiffres arabes dans l'ordre de leur apparition dans le texte.
Equations : elles doivent être numérotées en chiffres arabes entre parenthèses, au bord de la marge droite. Les vecteurs doivent apparaître en gras. Une attention particulière doit être accordée aux différents symboles utilisés afin de ne pas les confondre : exemple le chiffre 0 de la lettre O , le chiffre (1) de la lettre (I), la lettre romaine V (v) et la lettre grecque (υ).

Soumission du manuscrit

Le manuscrit doit être envoyé en quatre (04) exemplaires à l'adresse du centre. L'article ne doit ni avoir fait l'objet d'une publication antérieure, ni simultanément soumis (ou publié) dans d'autres revues. Chaque article doit être complet et dans sa forme finale.
- les manuscrits doivent être fournis sous forme électronique, au format Word pour PC (fichier .doc ou .rtf), le support doit être en CD Rom ou par e-mail plus trois exemplaires au format papier envoyé au :
Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA)
Campus Universitaire, BP 1682 - 07 000 Biskra RP (Algérie).

Evaluation du manuscrit

Tout manuscrit est soumis à l'avis de trois (03) experts qui jugent de l'intérêt de sa publication. Ces experts peuvent demander des modifications ou des compléments aux auteurs. Dans ce cas, les manuscrits doivent être corrigés et retournés. Toutefois, aucune modification majeure ne sera acceptée à ce stade de la publication. Seuls les articles ayant reçu un avis favorable seront accepté pour publication.

NOTES FOR CONTRIBUTORS

BACKGROUND :

The journal accepts original article, presenting new studies on any aspect of basic research, applied and development. The papers can be of a scientific or technical nature relating to the arid or semiarid zones.

It's recommended to design the papers according to the editorial form by restricting the levels of classification – no more than three levels of the titles and the headings- and by keeping a balance between the texts as such and the illustrations (supervision, tables, figures, pictures).

When the author takes back a figure, photography or table from another source (other publication), he must indicate the origin of the papers after obtaining the right of reproduction.

The page setting should be as simple as possible.
Each page will be numbered in Arabic numeral.

LANGUAGE:

Articles may be written in Arabic, English or French and presented as follows: standard A4 format (21 x 29.7),

PRESENTATION:

- Double spaced with a margin of 2.5cm on the left and 2.5 cm on the right;
- Including the title of the article, the title in English and credentials of authors: complete names, institutional affiliation and complete mailing addresses of all authors, as well as electronic mail and telephone and fax ;
- An abstract in French of 250 words or less;
- An abstract in English of 250 words or less;
- Keywords in French and English; the classically plan will be held as follows: "Introduction" "Material and Methods" Results "" Discussion "" Conclusions "" Acknowledgements ";bibliographical references (60 maximum), on separate pages.

NOMENCLATURE: all parameters cited in the text must be defined and the used units postponed. The used symbols must be in standard type (ISO for example). The units must be conforming to the international system.
The Latin names of the genera and the species, the Latin phrases are italicized or underlined.

ILLUSTRATIONS

- The illustrations (tables, figures, maps and photographs), as well as the boxes are incorporated and joined on separate pages (page break) placed after the references accompanied by captions and French detailed notes .these illustrations and boxes must be presented within the body of the text. All illustrations must be accompanied by a caption French.
- The Figures and photos must also be provided in separate files to JPEG, TIFF or PowerPoint, in sufficient resolutions to enable proper printing (600 dpi for about patterns with lines and 300 dpi for raster images - photos or graphics with shades of grey); In the event that some of the illustrations would be conducted by third parties, they have already been published or not, the author undertakes to obtain from them all the authorizations necessary for the integration of these illustrations in the article and exploiting them in this form. It will communicate these permissions of reproduction with the manuscript.
- All the illustrations (photos being regarded as figures) cited in the text are numbered in Arabic (Table 1) (Figure 2). They must be accompanied by captions. Their appeal must be clearly stated in the text.
-The acronyms must be developed to the first occurrence in the text, in each table, figure and bibliographical reference;
- The titles and headings proposed must be concise;

BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES:

The bibliography should not be exhaustive, but rather selectively, indicating the references that readers can easily access and carried out report on research and recent work in this area.
The bibliographical references are listed in the

order as they appear in the text (known in the text by their number in square brackets). - Give all the authors when there are 6 or less. When there are 7 or more, indicating the first three followed and al. The references should indicate, in order:

• For the articles of the journal: Name of the authors followed by the initials of their first names without a space and point,with a comma between the authors. The title of the article (in the original language). Short name of the review in italics year; volume: the first and last page of the article. Examples: Bouchet P. Les mils et sorghos dans la République du Mali. *Agron Trop* 1963 ; 1 : 107-85.

•For the books , the same presentation of the authors. The title of the Book in italics. The city (countries where applicable): the name of the publisher, the publication year. Examples: J. Giri le Sahel de main : disaster or rebirth. Paris: Karthala, 1963.

•To book chapters the same presentation of the authors of the chapter. Title of the chapter (in Roman).In: Name of the authors of the book, eds. The title of the book in italics. The city (countries where applicable): name of the publisher, year. Examples The fixing potential of the nitrogen *Acacia raddiana* compared to that of *Acacia Senegal*, *Acacia seyal* and *Faidherbia albida*. In: Grouzis M, Le Floc'h E, eds. A tree in the desert.*Acacia raddiana*. Paris: IRD Editions, 2003.

APPENDICES:

In order not to lose sight of the main ideas, the mathematical analysis subordinated to the main theme and likely to enlighten readers of the article will be detailed in the annex.

TABLES: they should be included in the manuscript and numbered in Arabic numerals in the order they appear in the text.

EQUATIONS: they shall be numbered consecutively in Arabic numerals in parentheses beside the right margin. The vectors should appear in bold. The particular attention should be given to different symbols used in order not to be confused: the number 0 example of the letter O, the figure (1) of the letter (I), the Roman letter V (v) and the Greek letter (υ).

THE SUBMISSION OF THE MANUSCRIPT:

The paper should be sent in four (04) copies at the centre. The article should not have been the subject of a previous publication, nor simultaneously submitted (or published) in other journals. Each article must be complete and in its final form.

- the manuscripts must be submitted in electronic form, in Word format for PC (file. Doc or Rtf), the media must be in CD-ROM or by e-mail and three copies in paper form sent to :

Centre for Scientific and Technical Research in the Dry Areas (CRSTRA) University Campus, BP 1682 - 07000 Biskra RP (Algeria).

EVALUATION OF THE MANUSCRIPT

Any manuscript is submitted to the opinion of three (03) Experts believe in the interests of its publication. These experts may request modifications or additions to the authors. In this case, the manuscript must be corrected and returned. However, no major changes will be accepted at this stage of the publication. Only the articles that have received a favourable opinion will be accepted for publication.

A paraître en 2008

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

Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA)

Expérience Pilote Education et Sensibilisation Environnementale sur les Risques liés aux Changements Climatiques

Biskra, Avril 2007

Conseil de l'Europe
EUR-OPA Risques Majeurs

C.R.S.T.R.A.
Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

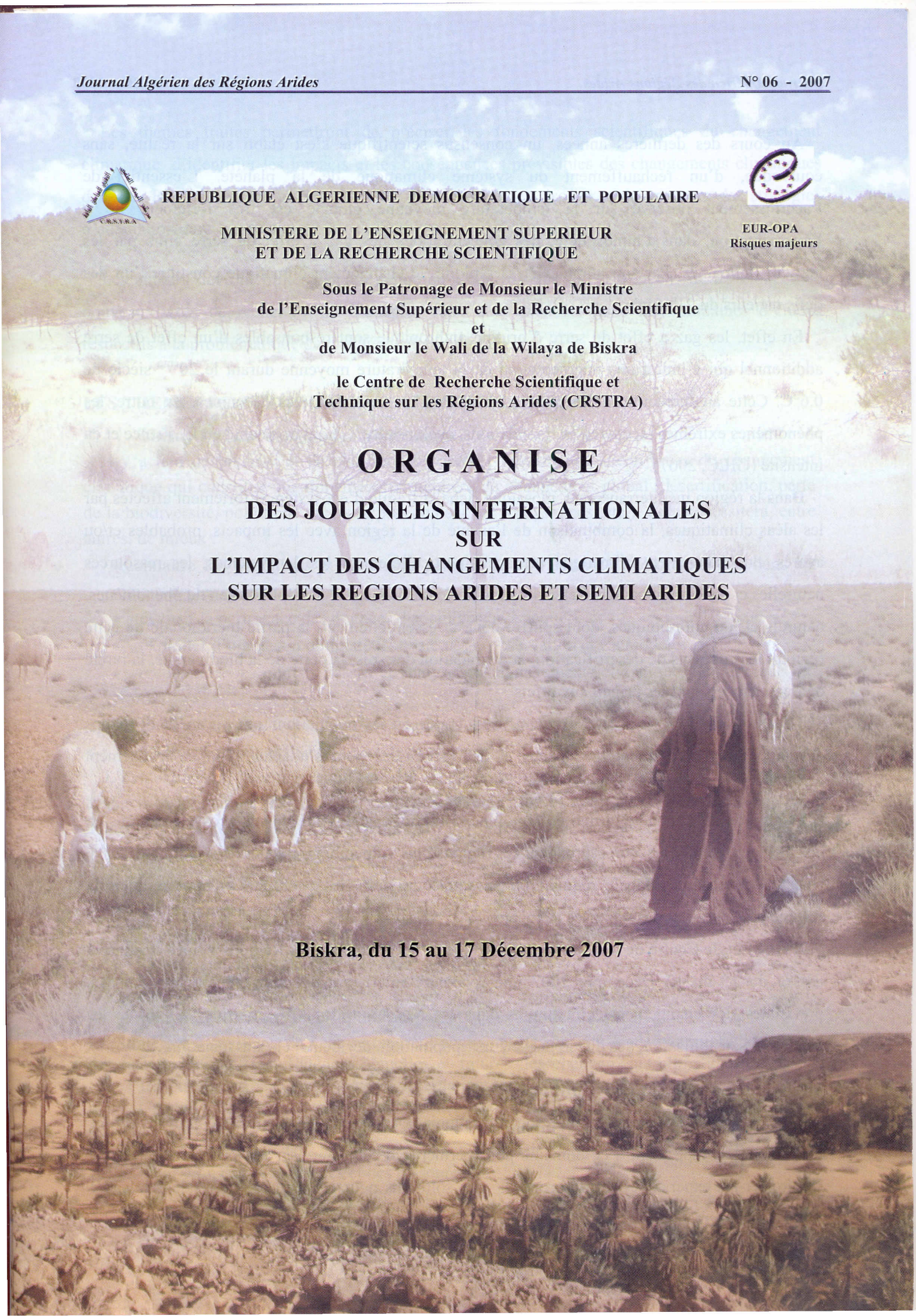
EUR-OPA
Risques majeurs

Sous le Patronage de Monsieur le Ministre
de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
et
de Monsieur le Wali de la Wilaya de Biskra

le Centre de Recherche Scientifique et
Technique sur les Régions Arides (CRSTRA)

ORGANISE

DES JOURNEES INTERNATIONALES
SUR
L'IMPACT DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES
SUR LES REGIONS ARIDES ET SEMI ARIDES



Biskra, du 15 au 17 Décembre 2007

Au cours des dernières années, un consensus scientifique s'est établi sur la réalité, sans équivoque, d'un réchauffement du système climatique de la planète. L'essentiel de l'accroissement observé sur la température moyenne globale est très fortement lié à l'augmentation, dans l'atmosphère, des concentrations des gaz à effet de serre émis par les activités humaines. Par son ampleur et sa rapidité, le changement climatique constitue l'un des défis majeurs du 21^{è} siècle.

En effet, les gaz à effet de serre d'origine anthropique sont responsables d'un effet de serre additionnel qui a induit une augmentation de la température moyenne durant le 20ème siècle de 0.6°C. Cette augmentation a été plus rapide durant les trois dernières décennies. En outre, les phénomènes extrêmes (sécheresses, inondations, cyclones etc. . .) ont augmenté en fréquence et en intensité (GIEC, 2007).

Dans la région méditerranéenne, mosaïque riche et fragile d'écosystèmes fortement affectés par les aléas climatiques, la combinaison de l'aridité de la région avec les impacts, probables et/ou avérés, du changement climatique menacera particulièrement les écosystèmes, les ressources naturelles et les communautés. Cette situation porte un risque réel d'amplification de phénomènes, naturels et/ ou anthropiques, dont souffre déjà, et essentiellement, la partie méridionale de cette région : le processus de désertification, la dégradation des sols, la perte de la biodiversité, la rareté de l'eau, etc. en sont les principaux effets.

Tel est le cas des Régions Arides et Semi-Arides où les populations ont pu au fil du temps développer ingénieusement des modes et des techniques pour s'adapter à un environnement presque hostile à la vie.

A nos jours, le modèle oasien en témoigne. Toutefois, la fragilité de ces écosystèmes mis en place et la rareté des ressources, rendent ces régions plus vulnérables aux aléas climatiques.
Une telle contrainte globale requiert un ensemble de stratégies coordonnées pour lesquels la science peut apporter des réponses adéquates.

A cet effet, le Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides organise à Biskra du 15 au 17 Décembre 2007 une rencontre internationale pour débattre des impacts prévisibles des changements climatiques dans les régions arides et semi-arides ainsi que les actions de sensibilisation des différents acteurs : population, décideurs, élus, association,…

Les objectifs des Journées Scientifiques

Les Journées Scientifiques permettront de réunir la communauté scientifique activant sur les thématiques se rapportant à ce domaine pour permettre d'échanger sur ces problématiques, de confronter ses expériences et de proposer des solutions pour les régions Arides dans le cadre d'un développement durable.

Les thèmes traités permettront de préciser les fondements scientifiques du changement climatique, d'identifier les impacts et les conséquences prévisibles des changements climatiques dans les Régions Arides et Semi Arides, d'en évaluer les risques et de proposer des stratégies d'adaptation dans ces régions.

Les auteurs devront traiter chaque thème en s'interrogeant sur les moyens de développer de nouveaux axes de recherche ou d'adapter ceux déjà existants dans leur domaines d'études respectifs à la problématique du changement climatique.

LES THEMES DE CES JOURNEES SCIENTIFIQUES SONT :

✓ **Thème 1 : Les changements climatiques**

Il y a lieu de préciser et de clarifier les bases et fondements scientifiques du changement climatique qui constitue une dimension particulière du changement global (désertification, perte de la biodiversité, pollutions diverses, pression sur les écosystèmes, etc.). Cela nécessitera, entre autres, de mieux :

- connaître les évolutions et tendances passées de la variabilité hydroclimatique dans les régions arides et semi arides,
- évaluer la pertinence des données disponibles ou à acquérir,
- exploiter d'une façon optimale les systèmes d'observation et les modèles, etc.
- reconstituer les climats passés et analyser les changements climatiques en Afrique du Nord.
- Etat de l'art dans le domaine de la modélisation climatique à toutes les échelles

✓ **Thème 2 : Vulnérabilité, impacts et risques**

L'évaluation et la compréhension des impacts biophysiques et socio-économiques du changement climatique exigent une meilleure identification et une interprétation adéquate des indicateurs de vulnérabilité les plus significatifs dans les domaines suivants :

- les écosystèmes naturels,
- l'agriculture et le pastoralisme,
- les ressources en eau,
- les ressources en sols,
- la santé humaine,
- les aspects socio-économiques.

✓ **Thème 3 : Les stratégies d'adaptation et la gestion des risques**

Les stratégies à envisager doivent permettre d'augmenter la capacité d'adaptation et d'atténuation des risques dus aux conséquences actuelles et futures des changements climatiques, et cela à toutes les échelles (locale, nationale et internationale). En vue de d'établir ces stratégies, qui doivent rester réalistes et exprimées d'une façon compréhensible pour l'ensemble des acteurs concernés (décideurs, etc.), les actions doivent être multiformes replaçant la lutte contre les changements climatiques dans les enjeux, bien actuels, du développement durable :

- la gestion des écosystèmes et des ressources,
- la formation et la recherche-développement,
- l'éducation et sensibilisation,

- le rôle des institutions et de la société civile,
- les dispositifs juridiques et institutionnels, nationaux et internationaux,
- la coopération et la collaboration multilatérales, etc.

Ces journées des 15au 17 décembre 2007ont regroupé plusieurs centaines de participants issus d'universités et d'organismes nationaux et internationaux

Liste des Universités et des Organismes ayant pris part aux Journées Internationales, CRSTRA-Biskra les 15, 16 et 17 décembre 2007.

Universités/Organismes	**Pays**
Université Mohamed Khider (Biskra)	Algérie
Université de Constantine	Algérie
I.N.A.-EL-HARRACH	Algérie
I.H.F.R. Oran	Algérie
Ministère de l'Hydraulique	Algérie
Agence Spatiale Algérienne	Algérie
A.P.R.E.I.S.	France
O.N.M. (Météo)	Algérie
Université de Ouargla	Algérie
Université de Blida	Algérie
C.D.E.R.-Alger	Algérie
Université de Batna	Algérie
Université d'Arizona	USA
Université de Boston	USA
I.N.R.A.-Touggourt	Algérie
I.N.R.A.-Béjaïa	Algérie
I.N.R.A.-Adrar	Algérie
Université du Maine (Le Mans)	France
Université d'Oran-Es Sénia	Algérie
C.O.M.E.N.A.-Alger	Algérie
Université de Tébessa	Algérie
A.F.P. Alger	Algérie
U.S.T.H.B.	Algérie
Centre universitaire de Djelfa	Algérie
Université de Tiaret	Algérie
Centre universitaire d' Oum El Bouaghi	Algérie
Université de Tlemcen	Algérie
Université de Annaba	Algérie
Université de Franche Comté	France
Ministère de l'Environnement, de l'Aménagement du Territoire et du Tourisme	Algérie
A.N.R.H.- Bir Mourad Rais	Algérie
A.B.H.S.-Ouargla	Algérie
A.B.H.S.-Biskra	Algérie
Université de Laghouat	Algérie
I.N.P.V.-Biskra	Algérie
I.N.R.A.A.-Biskra	Algérie
Direction de l'Environnement de Biskra	Algérie
D.P.R.T. de Biskra	Algérie
I.T.D.A.S. Biskra	Algérie

L'organisation de ces journées est motivée par :

- l'importance de la thématique des changements climatiques

- Le rôle du Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides en tant qu'organe scientifique devant œuvrer pour la gestion des risques,
- La clôture du projet CRSTRA/DAYACLIM et l'intérêt de discuter les résultats obtenus voire l'exploration de nouvelles pistes.

Le déroulement s'est effectué comme suit :
Samedi 15 décembre 2007 :
Après l'allocution par la Directrice Générale du CRSTRA (objectif et programme des journées), l'ouverture officielle a été assurée par Monsieur le Wali de Biskra.
Ouverture et travaux en séances plénières ont eu lieu dans la nouvelle salle de conférence du CRSTRA et ont couvert les thèmes suivants :
Thème 1 : les changements climatiques
Thème 2 : vulnérabilité, impacts et risques :

- sous thème 1 : Ecosystèmes, faune et flore
- sous thème 1 : Eau et sols
- sous thème 1 : Santé humaine

Thème 3 : les stratégies d'adaptation et la gestion des risques.

Dimanche 16 décembre 2007 :
Travaux en plénière et exposé des résultats du projet DAYACLIM/CRSTRA avec des débats riches et ouverts sur des perspectives à moyen et long terme.
Dans la même journée se sont déroulés les travaux en ateliers thématiques :

- Atelier I : sous thème 1 : Ecosystèmes, faune et flore
- Atelier II : sous thème 1 : Eau et sols
- Atelier III : Thème 3 : Les stratégies d'adaptation et la gestion des risques.

Lundi 16 décembre 2007 :
Lecture des ***recommandations,*** suivie d'un débat général.
Afin de stimuler les jeunes chercheurs à la problématique posée, un prix du meilleur Poster a été institué et a été attribué à Mr ATTALAH Saïd de l'université de Ouargla pour ses travaux intitulés : « Importance et possibilités de recours à la dendroclimatologie en Algérie, en vue de mieux comprendre la variabilité climatique ».
La clôture a été prononcée par Mme DJELLOULI Yamna, membre du Conseil scientifique du Centre et membre du comité Scientifique des Journées qui a souligné l'importance des interventions, la richesse des débats et les pistes à explorer.

SYNTHESE DES RECOMMANDATIONS

1- Créer un système d'information sur les activités nationales ayant trait aux changements climatiques dans les différents secteurs (travaux réalisés, travaux en cours, projets, profils des chercheurs et collaborateurs, points de contact dans les différentes institutions) ;
2- Encourager nos jeunes chercheurs à s'impliquer davantage dans la problématique des changements climatiques ;
3- Former des spécialistes en changements climatiques (Proposition d'un Master - option changements climatiques) ;
4- Instaurer un système d'accompagnement pour les jeunes chercheurs ;
5- Créer une infrastructure pour aider les chercheurs à identifier les opportunités de recherche et les sources de financement ainsi que la formulation de projets ;
6- Renforcer d'avantage les connexions entre les différents centres de recherche et institutions concernés par les changements climatiques ;
7- Impliquer le CRSTRA dans tous les projets touchant les zones arides et semi arides ;
8- Promouvoir et participer au développement des énergies renouvelables, comme une alternative aux énergies fossiles, réduisant les émissions des gaz à effet de serre ;
9- Evaluer et prendre en considération les travaux réalisés sur la steppe. (HCDS et autres) ;

10- Prendre en considération les impacts économiques et sociaux dans les projets de recherche ;
11- Classer le système oasien en tant que modèle de gestion durable **;**
12- Amélioration des espèces végétales et animales (par le génie génétique, la culture in vitro, la biotechnologie …) pour une meilleure adaptation face aux changements climatiques brusques ;
13- Accentuer les travaux sur la caractérisation du climat, sa variabilité dans le temps et dans l'espace. Suivre et diagnostiquer les impacts du climat et des changements climatiques sur les composantes des écosystèmes et des activités humaines ;
14- Développer des dispositifs adaptés pour la collecte des données climatiques à travers un réseau de stations météorologiques suffisamment dense ;
15- Maîtriser et développer des outils de caractérisation des climats antérieurs telles que la dendroclimatologie ;
16- Encourager les études et recherches sur les possibilités d'adaptation à la sécheresse et à la désertification ;
17- Les écosystèmes sahariens arides et semi arides doivent bénéficier d'une attention particulière de la part de la recherche en vue de l'élaboration d'indicateurs agro écologiques et socioéconomiques des changements climatiques. A cet effet, un réseau établie sur un maillage rigoureux devrait permettre dans un premier temps, d'affiner ces indicateurs et dans un moyen et long terme, de constituer les premiers éléments d'alerte précoce permettant de prendre des mesures opportunes pour atténuer les effets des changements climatiques, et de mettre à la disposition des décideurs des outils pertinents de planification. Ce maillage doit être impérativement basé sur l'outil spatial et les systèmes d'informations géographiques ;
18- Les ksour et les oasis sont le siège de la conservation *in situ* et de savoir faire des populations locales. A ce titre, ils doivent bénéficier de programmes prioritaires de conservation et de maintien des patrimoines biologiques et génétiques notamment en ce qui concerne les espèces cultivées et apparentées. La réhabilitation des ksour et des oasis doit être intégrée comme action incontournable dans les programmes de développement. Aussi, les programmes de recherche sur les espèces animales domestiques notamment les ovins, les caprins et les camelins doivent être encouragés ; la recherche et l'acquisition des connaissance sur les espèces animales sauvages comme les gazelles, mouflons, outardes et certaines espèces endémiques doivent être prises en compte en tant qu'indicateurs sensibles aux modifications du climat et ils doivent faire l'objet d'une attention particulière à travers la création de zones de protection spéciales et d'aires protégées **;**
19- La conception et la mise en œuvre d'une stratégie nationale d'adaptation aux changements climatiques, doit obligatoirement partir des besoins exprimés par la population locale en relation avec toutes les parties prenantes, afin d'améliorer les conditions de vie tout en maintenant les potentialités naturelles ;
20- Le renforcement des capacités scientifiques, techniques et d'expertises dans tous les domaines notamment la formation, les infrastructures, les équipements et l'information. Le volet collaboration internationale doit être orienté principalement vers la formation et les transferts des technologies et d'échanges d'expériences ;
21- Mesurer l'impact du Plan National de Développement Agricole qui a multiplié le nombre de puits sollicitant la ressource. Exemple : Tébessa autrefois céréales, → puits pomme de terre donc consommation d'eau. Engrais ;
22- Développer des outils adaptés : SIG des zones irriguées, inventaire actualisé des forages ANRH, modèles mathématiques, géophysique, piézométrie pour le suivi des fluctuations et de la qualité ;
23- Former et sensibiliser les principaux acteurs (scientifiques, décideurs, habitants) sur le climat et les changements climatiques ;
24- Si tendance se confirme il serait nécessité de s'adapter à la sécheresse. Risque d'aggravation des conditions actuelles. Donc, mettre en œuvre des bonnes pratiques pour anticiper l'effet des changements ;
25- Economiser l'eau en adoptant des techniques innovantes, en adaptant les cultures aux conditions locales et en entretenant les réseaux de distribution (fuites) ;
26-Cartographie moderne, à une échelle pertinente, des sols ;
27- prendre en considération les déchets des stations de dessalement ;
28- Facilitation de l'accès à la production scientifique réalisée dans les différentes institutions en Algérie sur les changements climatiques, de façon à homogénéiser et unifier la connaissance scientifique ;

29- Encourager sa diffusion à partir de sites web ;
30- Point focal le CRSTRA.

Communications en plénières

Titre	*Communicant*
Analyse de longues séries de données en vue de l'étude du changement climatique.	***MATARI A.***
Impact des changements climatiques dans les zones arides au Maghreb : comment faire face à la pénurie de l'eau ?	***DJELLOULI Y.***
Sécheresse et surexploitation, deux facteurs conjugués de dégradation quantitative et qualitative des ressources en eau souterraine des régions semi-arides.	***MUDRY J.***
Stratégie globale de la prévention du risque environnemental.	***DAYAN L.***
Variabilité climatique et changements climatiques.	***SACI A.***
Le changement climatique et les questions relatives à la santé et au bien-être dans les régions arides et semi arides.	***ABABSA- MOUAKI A.***
Les fluctuations paléoclimatologiques holocènes et l'instabilité des paléoenvironnements à travers l'atlas saharien oriental.	***BENAZZOUZ M. T***
Variabilité et changement climatique (indicateurs du changement climatique et tendance générale du climat en Algérie).	***BOUCHERF D.***
May-august palmer drought index reconstruction for Tunisia and Algeria from tree rings.	***TOUCHAN R.***
Ad hoc wireless sensor networks for climate and environmental monitoring.	***ZIAD M.***

Un grand nombre de communications orales ont été présentées :

THEME 1 : LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES		
1	*Analyse de longues séries de données en vue de l'étude du changement climatique.*	*MATARI Ammar.*
2	*Variabilité climatique et changements climatiques.*	*SACI Azzedine*
3	*Variabilité et changement climatique.*	*BOUCHERF Djamel*
4	*Les fluctuations paléoclimatiques holocènes et l'instabilité des paléoenvironnements à travers l'Atlas saharien oriental.*	*BENAZZOUZ Mohamed Tahar.*
5	*May-august palmer drought index reconstruction for Tunisia and Algeria from tree rings.*	*TOUCHAN Ramzi*
6	*Evaluation des variations temporelles climatiques dans le nord algérien en prévision d'une meilleure reconstitution des changements globaux.*	*ALLAL-BENFEKIH Leïla ; PETIT Daniel*
7	*Changements climatiques et désertification.*	*GUETNI Lilia, SAIDI Amina*
THEME 1 : LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES / Projet DAYACLIM		
1	*Etude du climat paléolithique dans un bassin sédimentaire dans le Sahara septentrional algérien.*	*MESSEN Nacer., et al*
2	*La signification paléo environnementale des sols de bassins endoréiques du Sahara septentrional algérien: cas de la sebkha de Ouargla et de la Daya d'el Amied.*	*YOUCEF Fouzia, HAMDI-AÏSSA Belhadj*
3	*La reconstitution du climat paléolithique à partir des sols alluvionnaires l'approche sédimentologiste, géophysique et géochimique (cas de Daiet el-Amied,)*	*HACINI MESSAOUD et al*
4	*La datation de sédiments éoliens par des techniques de luminescence en vu de la reconstitution des cycles hydrologiques de la région de Guerrara.*	*IMATOUKENE Djamel et al.*
5	*Apport de la susceptibilité magnétique à l'étude du remplissage*	*DJERRAB Abderrezak, HEDLEY Ian et MESSEN Nacer*

	quaternaire du paleolac de Guerrara	
6	*Formation des sols alluviaux sous l'effet des facteurs climatiques et hydrologiques en milieu saharien : cas de la daya d'el Amied*	*DJILI Brahim, HAMDI-AISSA Belhadj*
7	*Le sol, outil de reconstitution de changements climatiques: exemple des sols alluviaux de daya d'el-Amied*	*HAMDI-AÏSSA. Belhadj et al.*
8	*Apport de l'étude minéralogique sur la reconstitution des changements climatiques, cas du bassin alluvionnaire de Dayat el-Amied (Guerrara, wilaya de Ghardaïa)*	*AOUAM H., HAMDI-AÏSSA, B.*

THEME 2 : VULNERABILITE, IMPACTS ET RISQUES		
Sous thème : FAUNE ET FLORE		
1	*Impact de l'action anthropique et de la sécheresse sur la biodiversité le sol et le mode de vie des habitants des hautes plaines steppiques (wilaya de Djelfa).*	*BENSEGHIR Louaï.*
2	*Effet des variations climatiques (saisonnières) sur les caractéristiques floristiques et nutritives des parcours du Sahara septentrional Algérien.*	*CHEHMA Abdelmajid*
3	*Inventaire et répartition des types biogéographiques des espèces végétales spontanées au sud algérien.*	*GUENDOUZ BENRIMA Atika , DURANTON Jean-François et DOUMANDJI MITICHE Bahia*
5	*La biocénose comme indicatrice des modifications climatiques : cas de l'exploitation agricole de l'ITAS de Ouargla*	*IDDER Mohamed Azzedine*
6	*Utilisation des données satellitaires pour le suivi des processus de la dégradation des ressources naturelles dans la région nord de Biskra (Algérie).*	*BENMESSAOUD H. KALLA M. BEGHAMI Y. ARAR AK.*
7	*Conséquences des changements climatiques régionaux et mondiaux sur les effectifs d'oiseaux d'eau au niveau des zones humides sahariennes cas du chott d'Ouargla.*	*BOUZID Abdelhakim et SAMRAOUI Bou djemââ*
8	*Vulnérabilité et risques des peuplements avifaunistiques hébergés par les zones arides et sahariennes (la vallée d'Oued Righ, Sahara oriental Algérien) face aux changements climatiques et de leurs impacts.*	*BENSACI Ettayib, NOUIDJEM Yacine, BOUZEGAG Abdelaziz, SAHEB MENOUAR et HOUHAMDI Moussa*
9	*Héritabilité des tendances sexuelles et migratoires chez la caille des blés (Coturnix coturnix L.) : conséquences des changements climatiques et les modifications d'habitats sur la microévolution des populations du paléarctique occidental*	*BELHAMRA Mohamed, GUYOMARC'H Jean-Charles et BEAUMONT Catherine*
11	*Impact du changement climatique sur les bio indicateurs de diversité dans les écosystèmes naturels du semi-aride: cas de Locusta migratoria (insecte, orthoptère).*	*ALLAL-BENFEKIH Leïla, PETIT Daniel.*
12	*L'Impact des changements des facteurs climatiques (température et l'humidité) sur l'abondance d'un peuplement de collemboles (arthropoda) dans un milieu salin.*	*AMRI Chirine ET HAMRAKROUA Salah.*

THEME 2 : VULNERABILITE, IMPACTS ET RISQUES		
EAU ET SOL		
1	*Sécheresse et surexploitation, deux facteurs conjugués de dégradation quantitative et qualitative des ressources en eau souterraine des régions semi-arides.*	*MUDRY Jacques*
2	*Etude de l'incidence des changements climatiques sur les ressources hydriques dans les régions arides et semi arides*	*ALLOUCHE N., ALLOUNE R., CHEKNANE B.*

3	*Changements climatiques et impacts sur la ressource en eau de la ville de Biskra.*	*SEDRATI. N et al.*
4	*Impact du changement climatique sur le remplissage de quelques barrages du Nord ouest algérien.*	*BOUANANI A.., BABA-HAMED K..*

THEME 2: VULNERABILITE, IMPACTS ET RISQUES		
Santé humaine		
1	*Le changement climatique et les questions relatives à la santé et au bien-être dans les régions arides et semi arides*	*ABABSA MOUAKI Abdelhak - SEKSAF Mohamed*
2	*Impact de l'évolution du climat sur les maladies vectorielles en Algérie*	*HOUTI L., BESSAOUD R., EL-GOUTNI F., BENFEDDA S.A. & SADDOKI K.*

THEME 3 : LES STRATEGIES D'ADAPTATION ET LA GESTION DES RISQUES		
1	*Eléments d'une stratégie d'adaptation au changement climatique en zone aride et semi aride*	*KADIK Bachir*
2	*Stratégie globale de la prévention du risque environnemental*	*DAYAN Léo*
3	*La stratégie socioéconomique du développement de la steppe et la réhabilitation écologique de ses parcours*	*AZZOUZ Mohamed*
4	*Stratégies des éleveurs et des pouvoirs publics face a la sécheresse dans un milieu a composante pastorale. cas de la région de Djelfa*	*KANOUN Mohamed, KANOUN Amel, YAKHLED Yacen, ZIKI Belkacem*
5	*Les changements climatiques entre la mondialisation et le développement durable cas de l'Algérie.*	*BENKARA Wassila*
6	*Approche d'une solution d'adaptation aux changements climatiques*	*HAMOUCHE Fazia*
7	*La gouvernance mondiale du climat à travers le protocole de Kyoto*	*NEZZAR KEBAILI Nadjet, MESSAK Mohamed Ridha*
8	*C'est quoi le développement durable? concepts et définitions*	*SAHNOUNE Tayeb*
9	*Stratégie d'implémentation de la durabilité dans et par le tourisme en réponse aux conséquences des changements climatiques*	*IGA WIERCIOCH Olga et DAYAN Léo*

POSTER

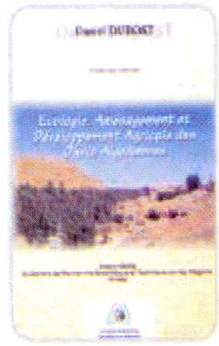
THEME 1 : CHANGEMENTS CLIMATIQUES		
1	*Importance et possibilités de recours à la dendroclimatologie en Algérie, en vue de mieux comprendre la variabilité climatique.*	*ATTALAH Said, TOUCHAN Ramzi, IDDER Mohamed Azzedine, HAMDI AISSA Belhadj, SADINE Salah Eddine.*
2	*Ad hoc wireless sensor networks for climate and environmental monitoring*	*ZIAD Mostapha*
3	*Risque d'ensablement dans la région des Ziban (Loutaya- Oumache)*	*RERBOUDJ. A, et al.*
THEME 2 : VULNERABILITE, IMPACTS ET RISQUES		
ECOSYSTEMES, FAUNE ET FLORE		
1	*Les sécheresses saisonnières et le dépérissement du cèdre dans le massif des Aurès*	*KHERCHOUCHE Dalila , BEGHAMI Yassine, KALA Mahdi*
2	*Effet du changement climatique dans le comportement de l'abricotier cas de la variété Boullida dans la région aride (M'sila) et semi-aride (Bordj-Bou-Arreridj).*	*BAHLOULI Fayçal.*
3	*Dynamique et vulnérabilité des écosystèmes naturels en milieu aride; cas de bled El-Hammam région de Biskra*	*YOUNSI S., NEZZAR A., RERBOUDJ A., MESSAADI. I, BENAZZOUZ M.T.*
4	*L'impacts des changements climatiques sur la répartition géographique des espèces acridiennes (Orthoptera, Caelifera) dans l'est Algérien*	*BENKENANA Naima, HARRAT A., MOUSSI A., BENHARZELLAH N.*
5	*Le déclin des abeilles sauvages et la flore spontanée dans les écosystèmes naturels de l'Algérie (étude comparative entre deux périodes (1996- 2005) et (1901-1908).*	*AGUIB Sihem, MAGHNI Noudjoud,. LOUADI Kamel, BERCHI Selima*
6	*Le pistachier de l'atlas : constat de dégradation dans la région des dayas*	*SMAIL-SAADOUN N., SARIDI A. et MALLEM H.*
7	*L'évolution des écosystèmes agraires oasiens : identification et interprétation des indicateurs de vulnérabilité*	*KAHELSEN Cherif*
8	*Impacts des changements climatiques sur les systèmes de production animale dans les régions steppiques. cas d'Ain el Ibel et d'El-Guedid (Djelfa - Algérie)*	*KANOUN Amel , OUZANE Hakim, KANOUN Mohamed, ZIKI Belkacem*
9	*Influence de la sécheresse des zones humides des hautes plaines de l'est Algérien sur la diversité faunistique et floristique: étude comparative 2001-2007.*	*HOUHAMDI Moussa, BOUZEGAG Abdelaziz, NOUIDJEM Yacine, BENSACI Tayeb et SAHEB Menouar*
10	*La sécheresse édaphique et le bilan hydrique : conséquences sur le dépérissement des cédraies dans les Aurès (Algérie)*	*HALITIM S. et HALITIM A.*
11	*Impact des changements climatiques sur les rendements du palmier dattier dans la région d'Adrar*	*LAABOUDI A., ZAKI A. BOUABOUB-MOSSAB K.*
12	*Etude d'impact des changements climatiques sur la production agricole en zone semi-aride : cas de l'Algérie*	*BENAÏCHATA Lazreg, REZZOUG Wafa, KADI Mohamed*

THEME 2 : VULNERABILITE, IMPACTS ET RISQUES		
EAU ET SOL		
1	*Contribution a la réalisation de la carte de sensibilité a la désertification de la région de M'Sila*	*KHOUDIR Samia,*
2	*Détection du stress hydrique de la surface terrestre par télédétection*	*ABOURA Radia*
3	*Origines de la baisse des débits enregistrées au niveau de s forages de la nappe de Tolga*	*CHAIB W. et al.*
4	الارمال وانعكاساته علي المنشات القاعدية والوسط الواحي بمنطقة القوق بالصحراء المنخفضة	*NEZZAR A. et al.*
5	تأثير عناصر المناخ وانعكاساتها على البنى التحتية والتربة في الصحراء المنخفضة التشخيص والعلاج	مرابط ا. ، نزار ح. ، بن عزوز م. ط.
6	*Contribution à l'étude du fonctionnement microbiologique des sols en conditions steppiques d'Algérie*	*BOURAHLA L., DELLAL A., BOUCHENAFA N.*

7	*L'Impact de la variabilité climatique sur les ressources en eau dans une région semi aride*	*GUEROUDJ A.*
8	*Impacts des changements climatiques sur les précipitations enregistrées à Tébessa (un siècle de précipitations).*	*DJABRI. L, GHREIB.L, ZERROUKI H, SETOUH.A*
9	*Contribution a l'étude de l'érosion et le transfert des molécules en surface des sols du bassin versant de Oued Cherf, et le risque de dégradation de la qualité des eaux du barrage de Foum el Khanga. (wilaya de Souk Ahrass est de l'Algérie)*	*ABABSA Nawal, KRIBAA Mohamed, TAMRABET Lahbib et ADDAD Dalila.*
10	*Détection des variations de l'écoulement de Oued Abiodh au droit du barrage de Foum el-Gherza (Biskra)*	*BENKHALED A.*
11	*Conception et réalisation d'un système d'information géographique pour la gestion durable des ressources naturelles au niveau de la commune rurale de Zaaroura, province de Larache, Maroc*	*ISMAILI Rifka*

Editions du Centre

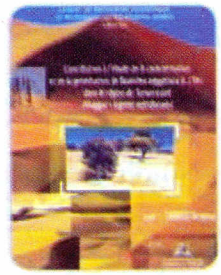
« Ecologie, Aménagement et Développement agricole des Oasis Algériennes »



Auteur : Daniel DUBOST, Agronome et spécialiste en Géographie et Aménagement.
N° Dépôt légal : 1092-2002

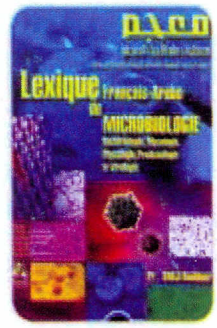
Cet ouvrage contient cinq parties. Il propose une synthèse des connaissances scientifiques (Aménagement du Territoire, Agronomie, Ecologie) sur le Sahara algérien et les Oasis.
Public : Professionnel, spécialiste, universitaire
Format : A4
Nombre de pages : 423

« Contribution à l'étude de la caractérisation et de la germination de Balanites aegyptiaca (L.) Del. Dans la région de Tamanrasset. »



Une étude par élément sur six formations de Balanites aegyptiaca de l'Ahaggar, la région la plus méridionale et la plus élevée du Sahara algérien.
Auteur : Brama TRAORE
Public : Professeurs, Etudiants et Chercheurs
N° Dépôt légal : 1091-2002
Format : A4
Nombre de Pages : 178

« Lexique Français Arabe de Microbiologie »



Un lexique pratique Français Arabe de Microbiologie englobe plus de 7000 mots en matière de Bactériologie, Mycologie, Phycologie, Proto zoologie et Virologie.
Auteur : B. BADJI Docteur en Microbiologie, Chargé de Recherche, Ecole Normale Supérieure, Kouba Alger.
Public : Chercheur, étudiant, enseignant et niveau universitaire
N° Dépôt légal : 1093-2002 Format : A8
Nombre de Pages : 109

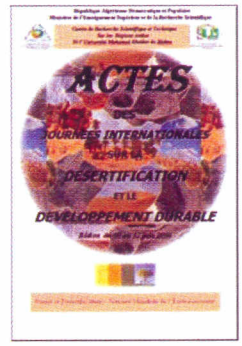
Colloque « Terre et Eau »

Ce numéro spécial « Journal Algérien des Régions Arides » regroupe les communications issues du colloque international Terre et Eau 'Annaba 21-23 Novembre 2004" dont les thèmes sont :

- Salinité
- Hydrologie
- Environnement
- Ressources minérales et thermalisme

Public : Professionnel, spécialiste, universitaire
ISBN : 1112-3273 **Format :** A4
Nombre de page : 287

Journées Internationales sur la Désertification et le Développement Durable Juin 2006

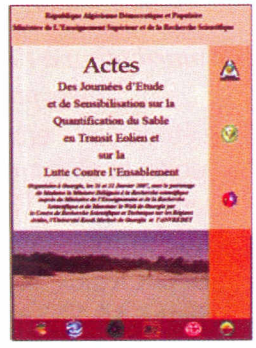


Ce recueil d'actes comporte plus que 55 communications dont les thèmes sont :

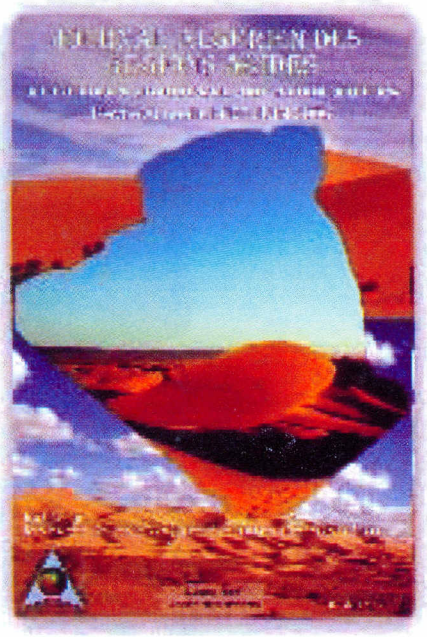
- Ecosystème steppique et sa protection
- Optimisation des ressources hydriques
- Agriculture en milieu aride

Public : Professionnel, spécialiste, universitaire
Format : A5
Nombre de pages : 632

Actes des Journées d'Etude et de sensibilisation Sur « la quantification du sable en transit éolien et sur la lutte contre l'ensablement, Ouargla, janvier 2007 »



Public : Professionnel, spécialiste, universitaire
Format : A5
Nombre de page : 208



JOURNAL ALGERIEN DES REGIONS ARIDES

Sommaire du N° 05 JUIN 2006

Plants of Algerian semi-arid regions Used for the treatment of gastro-intestinal disorders
A. CHERITI, N. BELBOUKHARI, K. SEKKOUM et S. HACINI

Phenotypic identification and whole cell protein analysis by sds-page of dominants lactic acid bacteria isolated from algerian raw milk.
F. GHAZI , Z. BENMECHERNENE, H. AGGAD, B. GUESSAS, B. MOUSSA-BOUDJAMAA, D. HENNI et M. KIHAL

Etude expérimentale de l'évolution de l'ensablement derrière le brise-vent
A. REMINI

Propagation et conservation des cultivars du figuier (Ficus carica l.) en Tunisie
F. ALJANE

Inductions morphogénétiques en culture 'in vitro' de l'arganier : Argania spinosa L.
B. BENMAHIOUL, M. HAMIANI, I. BELAROUG et S. ZERHOUNI

Comportement variétal de 10 génotypes contrastes de blé dur aux contraintes abiotiques sous climat semi-aride
F. BAHLOULI et H. BOUZERZOUR