

Volume 25, N°1 et 2, Année 2004 – ISSN : 1111-5432

**Annales
de
l'Institut
National
Agronomique
El-Harrach (ALGER)**



A handwritten signature in blue ink, consisting of several loops and strokes, is positioned to the right of the main title.

REVUE SEMESTRIELLE

Annales de l'Institut National Agronomique

«Revue semestrielle» Volume 25, N°1 et 2, Année 2004

Directeur de la publication

BELLAL M. M., Professeur, Directeur de l'I.N.A.

Rédacteur en chef

BOUZNAD Z., Professeur

Secrétaire de rédaction

ABDELKRIM H., Maître de conférences

Comité de rédaction

ISSOLAH R. Maître de conférences

MEKLICHE L. Maître de conférences

AIDAOUI A. Maître de conférences

AMMOUCHE A. Maître de conférences

DAOUD Y. Professeur

SELLAMI M. Maître de conférences

Comité de lecture

AROUDAYS D. (D.R.), INRA Orléans (France)

AYAD G. (Prof.), USTHB Alger (Algérie)

AZZOUT B. (Prof.), INA El-Harrach Alger (Algérie)

BAKOUR R. (Prof.), USTHB Alger (Algérie)

BARDAT J.J. (C.R.), MNHM Paris (France)

B'CHIR M.M. (Prof.), INAT-Tunis (Tunisie)

BEDRANI S. (Prof.), INA El-Harrach Alger (Algérie)

BELLATRECHE M. (Prof.), INA El-Harrach Alger

BENALOUA S. (Prof.), Univ. Béjaia (Algérie)

BENJELLOUN S. (Prof.), IAV Rabat (Maroc)

BENSETTITI F. (C.R.), MNHM Paris (France)

BERCHICHE M. (M.C.), Univ. Tizi-Ouzou (Algérie)

BONALY R. (Prof.), LCPE CNRS Nancy 1 (France)

BOUDJENIBA M. (M.C.), ENS Kouba Alger (Algérie)

CHAIBE S. (Prof.), Illinois (USA)

CHEHAT F. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)

CHIBANE M. (M.C.), Univ. Béjaia (Algérie)

DERDOUR H. (Prof.), INA El-Harrach Alger (Algérie)

DESTAIN M.F. (Prof.), Lab. Méc. Agr. Gembloux (Belgique)

DJILLI K. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)

DOUMANDJI S.E. (Prof.), INA El-Harrach Alger (Algérie)

DOUMANDJI-MITICHE B. (Prof.), INA El-Harrach Alger

GHERSI G. (Prof.), CIHEAM-IAM Montpellier (France)

GUENARD M. (D.R.), S.N.E.S. 49071 Beaucauzé (Fr.)

GUEZLANE L. (Prof.), INA El-Harrach Alger (Algérie)

HACENE H. (Prof.), USTHB Alger (Algérie)

HALITIM A. (Prof.), Univ. Batna (Algérie)

ISBERIE C. (Doct.), CEMAGREF (France)

KAMELI A. (Prof.), ENS Kouba Alger (Algérie)

KHELIFI L. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)

LAMBERT J. (Prof.), UCL Michamps (Belgique)

LAMBERTI F. (Prof.), INAAV, 168/5-70126 Bari (Italy)

LARABA-DJEBARI F. (Prof.), USTHB Alger (Algérie)

LAWRENCE A. (Doct.), ENSIA-SIARC montpellier (Fr.)

LEBRUN Ph. (Prof.), Univ. Carh. De Louvain (Fr.)

LIEUTIER F. (Prof.), Univ. Orléans (France)

LOUANCHI F. (M.C.), ISMAL Sidi Fredj Tipaza (Algérie)

LOUANCHI M. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)

MAALI A. (M.C.), Univ. Béjaia (Algérie)

MACIAS F. (M.C.), Univ. de Santiago de C. (Espagne)

MUGNIERY D. (D.R.), INRA Rennes (France)

MUNAUT A.V. (D.R.), UCL louvain-la-Neuve (Belgique)

NEFZAOUI A. (Prof.), INRA Tunis (Tunisie)

SAADOUNE D. (Prof.), Univ. Béjaia (Algérie)

SENHADJI K. (Prof.), Facult. Méd. Lyon (France)

SOLTANI N.E. (Prof.), Univ. d'Annaba (Algérie)

VOISIN J.F. (Doct.), Labo. Zool. Mam. Ois. Paris (Fr.)

Technique et reprographie

MAHMOUDI M. : Assistant principal (Bureau des Annales)

EDISSI A. : Service Reprographie (INA)

Abonnements et échanges

Institut National Agronomique

Département documentation et information

Hassan Badi 16200 El-Harrach Alger (ALGERIE)

Site Web : <http://www.ina.dz> - e-mail : ina@ina.dz

Tel : + 213 (0) 21 52 19 87 et 89

Fax : + 213 (0) 21 82 27 29

Volume 25, N°1 et 2, Année 2004 – ISSN : 1111-5432

***Annales
de
l'Institut
National
Agronomique
El-Harrach (ALGER)***

REVUE SEMESTRIELLE

ANALYSE DYNAMIQUE D'UNE SUCCESSION VEGETALE DE LA SERIE A *Cedrus atlantica* DANS LE MASSIF DU TIGOUNATINE (DJURDJURA)

ADDAR A.⁽¹⁾, ABDELKRIM H.⁽²⁾ et YAHI N.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Laboratoire d'Ecologie Végétale (F.S.B.), U.S.T.H.B, Alger

⁽²⁾ Département de Botanique (I.N.A.), El Harrach, Alger

R E S U M E

Le présent travail porte sur l'étude dynamique d'une série de végétation à cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* Manetti) du Massif montagneux du Djurdjura. La méthode synchronique est appliquée.

La végétation des monts du Djurdjura présente des mosaïques très hétérogènes ayant des discontinuités spatiales et temporelles de développement. Pour définir et analyser les différentes relations existant entre les éléments de la mosaïque, l'échantillonnage systématique est appliqué. Les éléments structuraux répétitifs sont échantillonnés dans les aires synchroniques délimitées.

L'hétérogénéité de l'action de la dégradation en nature et en intensité induit une mosaïque d'états et de formes dont le cheminement évolutif vers les états équilibrés emprunte plusieurs types de successions.

La succession décrite dans la série du cèdre de Tigounatine comporte vingt cinq (25) relevés phytocéologiques organisés en cinq stades phytodynamiques ou phases de végétation.

Mots clés : Djurdjura, élément structural, stade phytodynamique, succession végétale, série de végétation.

S U M M A R Y

The present work is a survey on the dynamic of Cedar forests in the Djurdjura mountains (Atlas Mountains) using the synchronic method.

The vegetation of the Djurdjura mountains is a heterogeneous mosaic showing strong spatial and temporal discontinuities. In order to define and to analyse the relationships existing between the different elements of the mosaic, a systematic sampling procedure is applied. Repetitive structural elements are sampled in the delimited synchronic areas.

The deterioration of the vegetation, in nature and in intensity, due to the heterogeneity of the action, lead to a mosaic of stages and shapes. Consequently, the evolutionary progress towards a state of equilibrium is highlighted by several vegetation types of succession.

The different succession types, described in the Cedar forest of Tigounatine, is realised with twenty five ecological relevés organised in five dynamical stages or a phases of vegetation.

Key words : Djurdjura, structural element, phytodynamical stage, plant succession, set of vegetation.

INTRODUCTION

Le Djurdjura constitue depuis le XIX^{ème} siècle une place privilégiée pour les scientifiques tant sur le plan écologique que biogéographique ou syntaxonomique. Les inventaires floristiques et les fondements de la connaissance botanique ont été les œuvres de prestigieux botanistes : LETOURNEUX (1870) ; MAIRE et LAPIE (1909) ; DUBUIS et FAUREL (1949) ; QUEZEL (1957). Ces différentes investigations se rapportent à la connaissance de la flore.

Plus tard, divers chercheurs continuent à s'intéresser au Djurdjura dans des domaines variés : écologie, géologie, botanique, faune, entomofaune, spéléologie et hydrologie. Des recherches fondamentales et pratiques ont donné naissance à plusieurs travaux : BOUTEMINE (1987) ; ZAÏDI (1987) ; AZIRA (1988) ; BELKEBIR (1988), YAHY (1988, 1995) ; MADIOUNI et YAHY (1989, 1994 et 1998) ; ADDAR et OUDINECHE (1994), ADDAR (2003).

Les phénomènes insulaires du Djurdjura, tant au plan bioclimatique que biogéographique, ont été favorables au développement et à la compréhension des mécanismes d'évolution des communautés végétales et leur représentation cartographique à grande échelle. Néanmoins, l'hétérogénéité stationnelle et sectorielle de la végétation actuelle en disharmonie presque constante avec les potentialités écologiques sectorielles, sont l'expression d'un pouvoir cinétique considérable.

I.- SITUATION DE LA ZONE D'ETUDE

"Longue d'une cinquantaine de kilomètres, la chaîne du Djurdjura limite, vers le Sud, le massif métamorphique de la grande Kabylie. Ce massif a la forme d'un arc de cercle ouvert vers le Nord. Par la hardiesse de son relief, malgré son altitude relativement faible (2308m à Lalla Khedidja), le Djurdjura mérite de figurer parmi les hautes montagnes nord africaines. Au point de vue géographique, le Djurdjura est subdivisé en 3 parties :

- à l'Ouest, le massif de Haizer (2164m) culminant par un dôme dolomitique où les phénomènes karstiques atteignent une prodigieuse ampleur;
- au Centre, le massif de l'Akouker (2305m) au relief singulièrement escarpé;
- à l'Est, le Tamgout de Lalla Khedidja, point culminant de la chaîne, dresse à 2308m sa pyramide presque parfaite de calcaire en dalle du Lias supérieur (QUEZEL, 1957).

La zone d'étude se situe dans le massif occidental (Figure 1).

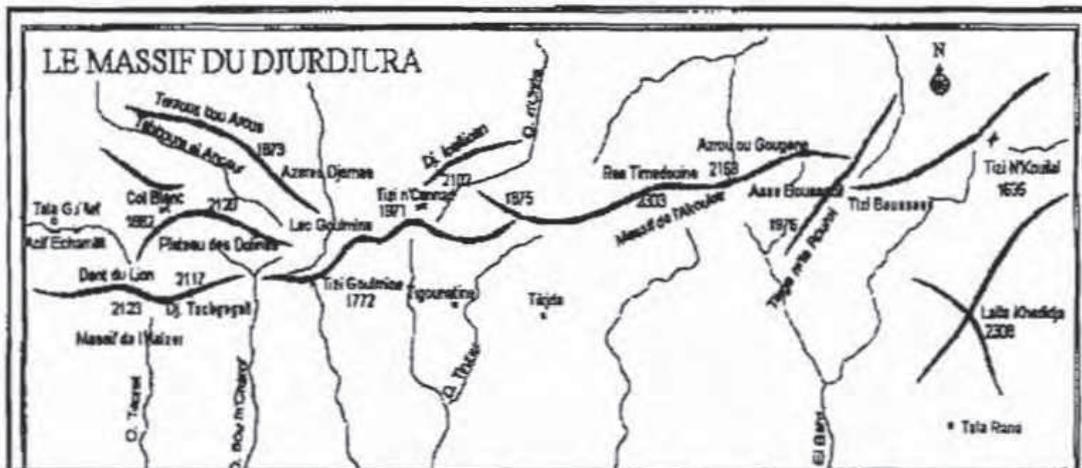


Figure 1 : Carte de situation géographique de la zone d'étude

II.- METHODOLOGIE

II.1.- Stratégie d'échantillonnage

La méthodologie globale est conditionnée par l'extrême hétérogénéité de la végétation du massif du Djurdjura. L'analyse de la végétation par l'échantillonnage synchronique consiste, selon LEPART et al. (1983), à «analyser les variations spatiales de la structure, de la composition floristique, des conditions écologiques, biotiques et anthropiques des communautés végétales présentes à un instant donné dans un espace plus ou moins homogène».

L'aire synchronique doit présenter les mêmes potentialités de végétation. L'hétérogénéité de l'intensité de dégradation est à l'origine de la diversité et de la discontinuité de la végétation, organisée en mosaïques très rapprochées.

L'échantillonnage appliqué est un échantillonnage mixte, stratifié au niveau sectoriel et systématique au niveau stationnel (BOUTEMINE, 1987; ZAÏDI, 1987; AZIRA, 1988; YAHY, 1988; OUNADI et al., 1990; FEKARCHA et al., 1990; MEDIOUNI et YAHY, 1989, 1994, 1998; MEDIOUNI et AZIRA, 1992).

Le niveau sectoriel est stratifié vis à vis des paramètres physiques (altitude, température, pluviosité, lithologie), biologiques (physionomie) tout en veillant au respect de l'homogénéité des structures de la végétation. Ce niveau situe les aires synchroniques dans des conditions d'homogénéité vis à vis du milieu exogène.

Le niveau stationnel utilise l'ensemble de ses caractères propres (orotopographie, profondeur du sol) ainsi que les facteurs endogènes inhérents à la structure échantillonnée.

Les éléments structuraux répétitifs, dans les aires d'échantillonnage synchroniques, sont inventoriés systématiquement. Le choix est conditionné par la régularité des facteurs exogènes et la différence des facteurs endogènes.

Selon GOUNOT (1969), les éléments se rapportent aux unités floristiquement, écologiquement et physionomiquement différenciées et dont l'imbrication, plus ou moins régulière, constitue une communauté végétale caractérisée précisément par sa physionomie et sa structure, ainsi que sa composition floristique et son écologie.

Les éléments structuraux sont prélevés dans des plages homogènes composant autant d'éléments de mosaïques.

Pour MEDIOUNI (1987), l'élément est délimité en fonction de l'agrégation des espèces qui participent à sa structure biologique. La taille de la surface qu'il occupe dépend de son organisation intrinsèque. Cette surface n'est donc pas matérielle. Elle est un paramètre indicatif de son évolution, de sa structure et de son fonctionnement biologique.

La combinaison du port de l'espèce dominante et le micro-climat qu'elle crée, sert à délimiter la surface de l'élément structural. Les espèces subissant son influence sont prises en considération. Cette surface est variable, elle est d'autant plus importante que la structure de l'élément correspondant est complexe et évolué. L'exploitation optimale du milieu par l'élément structural correspond à sa surface maximale.

Les relations évolutives entre les différents éléments de la mosaïque échantillonnée sont traduites par les similitudes floristiques, écologiques, dynamiques biotiques et anthropiques. Ces dernières rendent possible l'identification des stades de végétation constituant plusieurs successions végétales définies au sens de CLEMENTS (1963), ODUM (1971), MARGALEF (1974) et WHITTACKER (1975) comme un mécanisme d'évolution ordonnée et directionnelle.

Les aboutissements de ces successions sont des états équilibrés appelés sommets de série de végétation ou climax. Ces successions se traduisent dans l'espace par des mosaïques de structures de végétation liées par des paramètres temporels et d'intensité de dégradation variable.

II.2.- Traitement des données

Le traitement des données a porté initialement sur une matrice globale de 199 relevés et 382 espèces. Celle-ci a été soumise simultanément à une analyse factorielle des correspondances (AFC) et à une classification hiérarchique ascendante (CHA).

Dix ensembles ont été identifiés. Ils ont été réorganisés selon l'approche dynamique basée sur les similitudes floristiques, écologiques et structurales ; ceci, afin de faire ressortir les liens existants entre les différents éléments structuraux échantillonnés comme le préconisent GOUNOT 1969; MEDIOUNI, 1987... Plusieurs phylums évolutifs ont ainsi été mis en évidence (ADDAR, 2003). Le présent travail traite l'un de ces phylums.

La succession végétale décrite comporte cinq stades phytodynamiques distincts. Les espèces exclusives à chaque stade sont portées les premières, le passage d'un premier stade à un second est marqué par un lot d'espèces communes à l'un et à l'autre. Les espèces dominantes ayant une fonction prospective dynamique sont chiffrées en fonction de la strate qu'elles occupent dans l'élément structural (relevé). Les espèces rares ou trop fréquentes, peu informatives, sont placées au bas du tableau (Tableau 1). Celui-ci fait ressortir la succession végétale progressive décrite. Les éléments structuraux y sont organisés en fonction d'une complexité structurale croissante.

III.- RESULTATS ET DISCUSSION

La succession primaire rupicole progressive à *Astragalus armatus ssp numidicus*, *Bupleurum spinosum*, *Berberis hispanica*, *Juniperus communis* et *Cedrus atlantica* est localisée dans le Tigounatine entre 1600 et 1750m, dans l'étage de végétation supraméditerranéen supérieur. Les conditions écologiques sont hétérogènes, la pente varie de 6 à 85%, les affleurements de 0 à 65% et le substrat peut être fixe, semi-fixe ou mobile. Par ses mécanismes évolutifs et les espèces qui la caractérisent, cette succession se rapproche de celle décrite en 1989 par MEDIOUNI et YAHI au niveau des Aït-Ouabane (Djurdjura).

a. Stade sub-pionnier phytodynamique 1

Le premier stade thérophytique pur de la succession n'est pas échantillonné. Dans notre cas, la succession débute par un état pionnier à dominance de chaméphytes souvent en mélange avec des thérophytes.

Ce stade sub-pionnier phytodynamique 1 est composé de *Astragalus armatus ssp numidicus*, *Bupleurum spinosum* et *Artemisia atlantica*. Les relevés ou éléments structuraux s'y rapportant sont : 179-163-166-161-167-162 (Tableau I).

Le recouvrement de la végétation varie de 20 à 65%, celui de la litière, 5 à 10%, les affleurements rocheux de 10 à 70% et les éléments grossiers de 5 à 25%.

A ce stade de la succession, les substrats rocheux sont nus et à blocs mobiles. Ils sont colonisés exclusivement par les thérophytes qui constituent les tous premiers états auxquels succèdent des espèces sub-pionnières plus structurantes comme *Cirsium casabonae*, *Bupleurum spinosum*, *Artemisia atlantica*, *Astragalus armatus ssp numidicus* et des chasmophiles telles *Thymus algeriensis*, *Helianthemum canum* et *Helianthemum cinereum*. Le type physiologique est une pelouse chaméphytique qui se développe sur un sol squelettique à tendance instable où les espèces occupent les espaces inter blocs et les fissures des roches. Ces espèces pionnières, rustiques, stabilisent progressivement les espaces rupicoles mobiles avec leur enracinement et leur port en touffes ou étalé (MEDIO UNI et YAHY, 1989).

Astragalus armatus ssp numidicus est une chaméphyte peu longévive (3 à 20 ans). Sa stratégie de colonisation biologique est du **type r**¹. Rustique et héliophile, avec une dissémination anémochore sur substrats durs et pierriers, elle occupe l'espace en groupes. Elle a une reproduction sexuée et une résistance indirecte au feu.

b. Stade intermédiaire phytodynamique 2

C'est le stade à dominance de *Berberis hispanica*. Les éléments structuraux correspondent aux relevés 165, 164, 119 et 120. Ils sont caractérisés par un recouvrement de la végétation variant de 40 à 65%, une litière de 5 à 20%, des affleurements de 10 à 25%, des éléments grossiers compris entre 10 et 25% et une litière de 2 à 5 cm d'épaisseur.

Ce stade se rapporte aux substrats rocheux sur lesquels vient s'implanter *Berberis hispanica*, espèce nano phanérophytique plus structurante que les espèces chaméphytiques qui l'ont précédée.

Le substrat est semi fixé grâce au chevelu racinaire et au mycélium qui pénètrent entre les blocs et constituent un ciment organique (MEDIOUNI et YAHY, 1989). Ces auteurs décrivent deux phylums d'évolution possibles en fonction du comportement de *Berberis hispanica*. En effet, avec un port fermé et très dense, elle constitue un état de blocage inhibant la pénétration et le développement d'espèces herbacées et forestières. Ce comportement représente le dernier état d'évolution de la série à *Berberis hispanica* avec des potentialités écologiques faibles. Par contre, un port ouvert permet à ce taxon de jouer le rôle d'espèce transitoire permettant l'installation d'espèces forestières telles que *Vincetoxicum officinale* et *Arabis alpina*.

¹ type r : Un potentiel biotique élevé, une croissance rapide, une faible longévité, des populations se renouvelant rapidement et soumises à de fortes fluctuations (RAMADE 1984).

c. Stade phytodynamique intermédiaire 3

Ce stade est marqué par la présence de *Juniperus communis* dans les éléments à *Berberis hispanica*. Les éléments structuraux s'y rapportant sont les relevés 160 et 159 (cf. tableau I). Au point de vue écologique, le recouvrement de la végétation se situe entre 60 et 80%, celui de la litière atteint les 5%, avec une épaisseur de 2 à 5cm. Le recouvrement des affleurements varie entre 5 et 10% et celui des éléments grossiers entre 10 et 25%.

Par son enracinement puissant, diffus et son port étalé, *Juniperus communis* stabilise le substrat. Les structures phanérophytiques à *Juniperus communis* et *Crataegus laciniata* dominent les espèces préalablement installées sur substrats fixés. Ces taxons sont propices au développement d'espèces forestières telles que *Doronicum atlanticum*, *Arabis alpina*.

Dans cette succession primaire, *Juniperus communis* joue le rôle d'espèce transitoire qui concurrence les espèces pionnières qu'il élimine au fur et à mesure et favorise l'arrivée des espèces forestières caractéristiques du cortège floristique du cèdre (YAHY, 1988). Il adopte une stratégie d'occupation centrifuge où à partir d'un brin central, il recouvre les espèces pionnières et l'espace libéré dans la partie centrale constitue un micro biotope forestier (MEDIOUNI et YAHY, 1989).

d. Stade phytodynamique pré terminal 4

Ce stade est dominé par *Cedrus atlantica*, *Juniperus communis*. Les éléments structuraux participant à ce stade sont les relevés 113-114-115-116-117. Les caractères écologiques sont un recouvrement de la végétation compris entre 65 à 80%, une litière de 10 à 20%, avec une épaisseur de 5 à 8cm, des affleurements de 0 à 10% et des éléments grossiers de 5 à 10%.

Ces éléments structuraux correspondent au développement de *Cedrus atlantica* sur sol profond et litière épaisse (7-8cm). Le cèdre présente un fût droit et un port élancé. Des espèces indicatrices d'états organisés s'y développent (*Daphne laureola*, *Viola mumbyana*, *Phlomis bovei*, *Doronicum atlanticum* et *Potentilla micrantha*). Ce stade offre de meilleures potentialités écologiques que le précédent.

e. Stade phytodynamique terminal 5

Ce stade est représenté par les relevés 110-112-111-106-107-108-109 et 118.

Le recouvrement de la végétation varie entre 65 et 85%, celui de la litière de 5 à 30% avec une épaisseur de 4 à 8cm, les affleurements 5 à 10% et les éléments grossiers de 0 à 5%.

La structure de la végétation y est bien organisée. Elle est dominée par *Cedrus atlantica* dont le port élevé et étalé favorise le développement de taxons forestiers de structure évoluée comme *Taxus baccata* et *Ilex aquifolium*. La flore est réduite et spécialisée en raison de la densité du couvert végétal.

Il faut souligner que les perturbations créées par les incendies empêchent la maturité naturelle des stades et la confirmation précise des phylums d'évolution. En effet, la présence de *Pteridium aquilinum* dans certains éléments (R107 R108 et R109) confirme le passage de feux peu violents qui n'ont touché que la strate herbacée et arbustive. Ces feux légers ont provoqué la libération d'espaces aériens sans altérer les conditions édaphiques. Le sol demeure profond, la litière encore épaisse (8cm) et les espèces forestières restent présentes (*Viola odorata* et *Arabis alpina*).

La figure 2 illustre les différents stades phytodynamiques de la succession primaire progressive décrite dans ce travail.

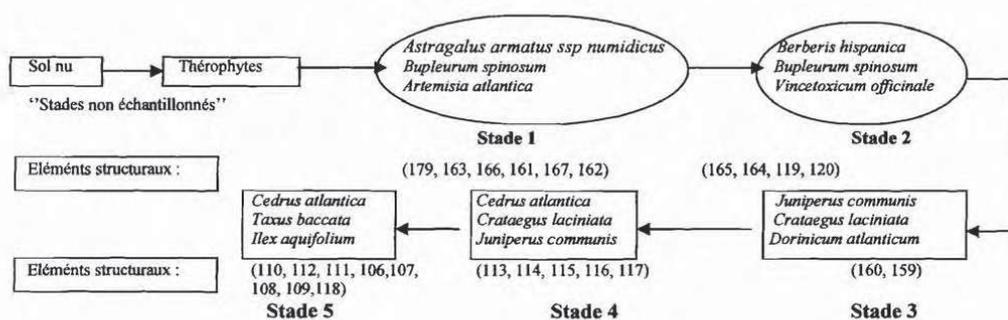


Figure 2 : Succession primaire rupicole progressive à *Astragalus armatus ssp numidicus*-*Berberis hispanica*-*Juniperus communis*-*Cedrus atlantica*.

CONCLUSION

Les modifications floristiques, structurales et écologiques traduisent l'évolution des éléments structuraux en place. La stabilité progressive du substrat, marquant ces transformations, est conditionnée par le port et la biologie de l'ensemble des espèces à l'intérieur de chacun des stades phytodynamiques.

Au cours de cette succession progressive, les structures de végétation deviennent de plus en plus complexes. Les édifices les plus bas à dominance de chaméphytes sont remplacés par des structures plus élevées à phanérophytes.

L'évolution structurale des formations à cèdre dans le massif du Tigounatine (Djurdjura) aboutit, à la fin de la succession végétale décrite, à l'uniformité des éléments structuraux dont le résultat est une communauté homogène à *Cedrus atlantica*, organisée et stable.

La succession des structures phytocénotiques observée est similaire à celle décrite par MEDIOUNI et YAHI (1989) dans le massif des Ait-Ouabane (Djurdjura). La flore pionnière, rustique et ubiquiste des stades sub pionniers et intermédiaires est remplacée par une flore exigeante et spécialisée à la fin de la succession c'est à dire au stade terminal décrit. Elle montre ainsi une évolution ordonnée et directionnelle de la végétation composée par des discontinuités liées aux stades phytodynamiques. Ces derniers régissent l'installation et le développement du cèdre en raison de ses exigences écologiques à savoir la stabilité du substrat et la profondeur du sol.

- MEDIOUNI K. et YAHY N., 1994.-** Phytodynamique et autoécologie du cèdre « *Cedrus atlantica* Manetti » dans le Djurdjura. *Ann Rech. Forest. Maroc*, 27, Vol 1, I-XXVI. Actes du séminaire international sur le cèdre de l'Atlas ; IFRANE. pp.77-104.
- MEDIOUNI K., YAHY N. et GEHU J. M., 1998.-** Dynamique comparée des systèmes forestiers du *Cedrus atlantica* algérien. *Documents phytosociologiques* NS Vol. XVIII, Camerino, pp. 49-59.
- MEDIOUNI K. et AZIRA F., 1992.-** Contribution à l'étude des formations à Erables (*Acer spp*) d'Aït Ouabane. *Forêt méditerranéenne*. T. XIII, N°2. pp. 109-114.
- MEDIOUNI K., ADDAR A. et OUDINECHE R., 1998.-** Aménagement Agro-Sylvo-Pastoral Intégré de la zone de Djurdjura. *Ann. Rech. Forest. Maroc*, T (31), pp. 80-91.
- MEDIOUNI K. et DJELLOULI Y., 1982.-** L'aménagement forestier sur des bases phytoécologiques. C.R.B.T., O.N.R.S. Alger. 36p.
- MEDIOUNI K., DJELLOULI Y. et DAHMANI M., 1990.-** Contribution à l'étude de la répartition des genévriers de phoenicie et sabina dans le Djurdjura. *Biocénoses*. T. XIII, N°2. pp. 109-14.
- OUNADI F. YOUYOU N. et ZERROUKI K., 1990.-** Diagnostic écologique et aménagement sylvopastoral du Djebel El Meddad. Parc National de Théniet El Had,. Mém. Ing. Ecol. et Env. USTHB Alger. 120p.+annexes.
- ODUM E . P ., 1971.-** Fundamentals of Ecology. C V B SAUNDERS et Co. 639 p.
- QUEZEL P., 1957.-** Peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. T. IX, Paris. 463p.
- RAMADE F., 1984.-** Eléments d'écologie fondamentale. Ed. Mac Graw. Hill,Paris. 397p.
- WHITTACKER, R., 1975.-** Communities and ecosystems. 2nd ed. Mc Millan. 385p.
- YAHY N., 1988.-** Contribution à l'étude de la dynamique des formations de Cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti) d'Aït Ouabane (Djurdjura). Mém. D.E.S. Ecologie et environnement. USTHB Alger. 85p.+ annexes.
- YAHY N., 1995.-** Contribution à l'étude phytosociologique des groupements à Cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti) dans les massifs du Djurdjura, Ouarsenis et Babors. Mémoire de Magister, USTHB Alger 174p. + annexes.
- ZAIDI S., 1987.-** Contribution à l'étude phytodynamique des formations à *Cedrus atlantica* Manetti dans le Tigounatine.(Djurdjura) Mém. D.E.S. USTHB.

Tableau 1(suite1) : Succession primaire progressive à *Astragalus armatus* ssp *numidicus*-*Juniperus communis*-*Cedrus atlantica*

STADES	1					2				3		4					5					TB				
RELEVES	179	163	166	161	167	162	165	164	119	120	160	159	113	114	115	116	117	110	112	111	106	107	108	109	118	TB
<i>Poa bulbosa</i>							+	+																		He
<i>Cynoglossum creticum</i>												+														He
<i>Parietaria officinalis</i>												+														He
<i>Torelis arvensis</i>									+																	Th
<i>Berberis hispanica</i>							1	1	1	2	2	3						+								Ph
<i>Astragalus armatus</i> ssp <i>numidicus</i>		1	1		1	1	2					+														Ch
<i>Bupleurum spinosum</i>				2	2	2		2				3														Ch
<i>Salureja granatensis</i>							+	+				+	+		+				+						+	Ch
<i>Crataegus laciniata</i>											1	2	+	3	3			3	+							Ph
<i>Vincetoxicum officinale</i>			+				+	+		+																He
<i>Galium mollugo</i>	1		2	+	3			3	3	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+					+	Ch
<i>Daphne laureola</i>									1				3		+	3			+	+	+			3	2	Ph
<i>Linaria heterophyllum</i>											+															Ch
<i>Cynosurus balanseae</i>													+	+	+			+	+	+	+				+	He
<i>Ammoides atlantica</i>													+	+	+				+							He
<i>Pimpinella tragium</i>													+													He
<i>Viola munbyana</i>													+		+	+								3		He
<i>Cotoneaster racemiflora</i>														+	+				+							Ph
<i>Rosa montana</i>														+					+		+					Ph
<i>Teucrium chamaedrys</i>																			+		+					Ch
<i>Geum sylvaticum</i>														+						+						He
<i>Anthemis pedunculata</i>																+										He
<i>Hypericum humifusum</i>																									+	He
<i>Lonicera etrusca</i>																	+		+		+					Ph
<i>Catananche caerulea</i>	+	+				+						+							+		+					He
<i>Dianthus caryophyllum</i>	+											+							+							He
<i>Alopecurus gerardi</i>												+														He
<i>Teucrium polium</i>												+	+													Ch
<i>Thymus ciliatus</i>			3									+	+													Ch
<i>Geranium pyrenaicum</i>				+						+																Ge
<i>Asperula hirsuta</i>		2					3	+			+	+														Ch

Tableau 1(suite2) : Succession primaire progressive à *Astragalus armatus* ssp *numidicus*-*Juniperus communis*-*Cedrus atlantica*

STADES	1					2					3		4					5					YB				
RELEVES	178	163	166	161	167	162	165	164	119	120	160	159	113	114	115	116	117	110	112	111	106	107	108	109	118	YB	
<i>Alyssum montanum</i>											+															Ch	
<i>Satureja vulgaris</i>																+											Ch
<i>Campanula rapunculoides</i>											+																He
<i>Carduus nutans-macrostachys</i>											+																He
<i>Trifolium repens</i>															+												He
<i>Vicia onobrichoides</i>															+												He
<i>Erodium cicutarium</i>																+											He
<i>Specularia falcata</i>																+											He
<i>Ranunculus bullatus</i>																	+										He
<i>Silene atlantica</i>																	+										He
<i>Scolymus grandiflorus</i>																		+									He
<i>Asphodelus cerasiferus</i>												+															Ge
<i>Scilla autumnalis</i>																		+									Ge
<i>Avena sterilis</i>											+																Th
<i>Vicia monantha</i>											+																Th
<i>Sedum amplexicaule</i>											+																Ch
<i>Galium aparine</i>												+															Th
<i>Dactylis glomerata</i>							+	+	+		+	+			+	+			+						+		He
<i>Juniperus communis</i>											1	2	2	2	2	2	3	3	3	+							Ph
<i>Doronicum atlanticum</i>											+	+	+	+	+	+	+	+	+	+						+	He
<i>Cedrus atlantica</i>													1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Ph
<i>Bupleurum balanseae</i>																		+	+	+	+						Ch
<i>Hyoseris radiata</i>													+					+		+					+	+	He
<i>Balansea glaberrima</i>																		+	+	+					+		Ge
<i>Galium rotundifolium</i>																				+	+	+			+		Ch
<i>Lotus creticus ssp collinus</i>																					+	+	+	+	+		Ch
<i>Potentilla micrantha</i>																+					+	+	+	+	+		He
<i>Alliaria officinalis</i>																	+						+	+	+		He
<i>Stellaria media</i>																		+						+	+		Th
<i>Acer obtusatum</i>																			+		+						Ph

Tableau 1(suite3) : Succession primaire progressive à *Astragalus armatus* ssp *numidicus*-*Juniperus communis*-*Cedrus atlantica*

STADES	1					2				3				4				5				TB					
RELEVÉS	179	163	166	161	167	162	165	164	119	120	160	159	113	114	115	116	117	110	112	111	106	107	108	109	118	TB	
<i>Rosa canina</i>																										Ph	
<i>Rubus incanescens</i>																							+				Ph
<i>Erysimum bocconeii</i>																					+						Ch
<i>Helianthemum helianthemoides</i>																					+						Ch
<i>Lamium amplexicaule</i>																					+						Ch
<i>Seseli variatum</i>																					+						Ch
<i>Knautia arvensis</i>																				+							He
<i>Hypochoeris laevigata</i>																				+							He
<i>Trifolium pratense</i>																						+					He
<i>Luzula nodulosa</i>																				+		+			+	+	He
<i>Taxus baccata</i>																			2		2	2					Ph
<i>Bunium alpinum</i>																				+							Ge
<i>Ilex aquifolium</i>																			2		3	2	2	2			Ph
<i>Galium valantia</i>																				+							Th
<i>Geum urbanum</i>																				+							He
<i>Geranium robertianum</i>																						+		+			Th
<i>Pteridium aquilinum</i>																							+	+	+		Ch
<i>Viola odorata</i>																						+	+	+			He
<i>Ruscus aculeatus</i>																							3	3			Ph
<i>Origanum fibonidum</i>																									+		Ch
<i>Ranunculus montanus</i>																						+					He
<i>Bromus erectus</i>		+									+										+						He
<i>Hieracium pseudo-pilosella</i>	+			3						+			+	+					+	+	+						He
<i>Pimpinella battandieri</i>	+																		+	+							He
<i>Adonis sp</i>																											Th
<i>Caucalis daucoides</i>							+																				Th
<i>Festuca deserti</i>								+			+								+	+							He
<i>Anthemis pedunculata</i>							+																	+	+	+	He
<i>Arabis alpina</i>									+	+	+			+						+	+			+	+	+	He
<i>Lamium flexuosum</i>										+						+							+	+			He

Tableau 1 (suite4) : Succession primaire progressive à *Astragalus armatus* ssp *numidicus*-*Juniperus communis*-*Cedrus atlantica*

STADES	1					2					3			4				5					TB			
RELEVES	179	163	168	161	167	162	165	164	119	120	160	159	113	114	115	116	117	110	112	111	106	107	108	109	118	TB
<i>Phlomis bovei</i>										+			+	+	+	+	+							+	+	He
<i>Silene italica</i>											+	+	+				+							+	+	He
<i>Mantisalca salmantica</i>												+														He

- 1 : première espèce dominante de l'élément structural (relevé)
- 2 : deuxième espèce dominante de l'élément structural (relevé)
- 3 : troisième espèce dominante de l'élément structural (relevé)

- F : Fixe
- M : Mobile
- P : Profond
- PP : Peu Profond
- S : Superficiel
- SF : Semi Fixe
- T : Tigounatine
- TB : Types Biologique

**EFFETS DE QUELQUES TRAITEMENTS PHYSICO-
CHIMIQUES ET DE LA TEMPERATURE SUR LA FACULTE GERMINATIVE
DES GRAINES DE *Parkinsonia aculeata* L.**

BENADJAUD A.⁽¹⁾ et AÏD F.⁽²⁾

⁽¹⁾ Dépt des Sc. Biol. – Fac. des Sc. de la Nat. et de la Vie -
Université A. Mira - 06000 Bejaia - Algérie

⁽²⁾ Physio. Végét., Labo. de Biol. des Popula. et des Organismes.
Faculté des Sciences Biologiques –
Université des Sc. et de la Techno. Houari Boumediène
BP N° 32 El-Alia - Bab-Ezzouar - Alger - Algérie

***(Auteur correspondant)**

⁽¹⁾ Adresse e-mail : ali.benadjaoud@laposte.net

⁽²⁾ Adresse E-Mail : Faid@usthb.dz

N° Téléphone : 213 021 24 79 51

N° Télécopie : 213 021 24 72 17

R E S U M E

Les graines de *Parkinsonia aculeata* L. présentent un tégument dur qui empêche l'imbibition et annihile une germination maximum, uniforme et rapide des graines. Afin de lever la dormance imposée par la dureté des téguments, des graines sont soumises à différents traitements ; scarifications mécanique et chimique. De plus, afin de connaître les effets de la température sur la germination, des graines scarifiées sont incubées à différentes températures. Nos résultats montrent que les meilleurs taux de germination sont obtenus après scarification mécanique et la germination des graines de *Parkinsonia aculeata* L. est plus rapide et plus importante à 25 et à 27°C. Les résultats de la présente étude montrent aussi, qu'après la levée de la contrainte tégumentaire par scarification mécanique, les graines germent sur un large spectre de température.

Mots clés : dormance, *Parkinsonia aculeata* L., scarification, tégument dur, température.

**GERMINATION IN *Parkinsonia aculeata* L.
SEEDS : EFFECTS OF MECHANICAL, CHEMICAL
SCARIFIATORS AND TEMPERATURE**

ABSTRACT

Seeds of *Parkinsonia aculeata* L. have a hard seed coat that hampers imbibition of water and prevents maximum, uniform and rapid germination. Therefore, the seeds were subjected to different treatments involving mechanical and chemical scarification agents, to break the dormancy imposed by the hard seed coat. To determine the effects of different constant temperature regimes on germination, scarified seeds were incubated at 19, 21, 23, 25 and 27°C. We found that the best germination rates are obtained with mechanical treatment, and that the germination was faster and higher at both 25°C and 27°C. Results from the present study show that once the dormancy in *Parkinsonia aculeata* L. with hard seed coat is broken, the seeds germinate in wide ranges of temperature.

Key words : *Parkinsonia aculeata* L., dormancy, hard seed coat,

ملخص

إن بذور *Parkinsonia aculeata* L تتميز بقشرة خارجية قاسية تمنعها من التشبع بالماء وبالتالي من انتشار كبير، متناسق و سريع .

في الواقع، من أجل التمكن من رفع السبات الناتج عن صلابة هذه القشرة، يعرض هذا النوع من البذور لتفاعلات مختلفة، منها فيزيائية (كالكسر) أو أخرى كيميائية (باستعمال مساحيق معينة).

و من أجل معرفة آثار الحرارة على انتشار البذور المكسورة، تعرض هذه الأخيرة لدرجة حرارة مختلفة.

ومن خلال نتائج التجربة الحالية، تبين لنا أن أحسن وأسرع نسب انتشار البذور المكسورة قد لوحظت في درجات حرارة 25 و 27 م

كما أظهرت تجربتنا، وبعد رفع السبات بالمعالجة الفيزيائية، أن بذور *Parkinsonia aculeata* L تستطيع أن تنتش في مجال درجات حرارة أوسع.

1.- INTRODUCTION

Parkinsonia aculeata L. est un arbuste pérenne, épineux et verdoyant, de la famille des Caesalpiniaceae. Il est natif des régions désertiques, plus particulièrement des canyons du Mexique et du sud-ouest des USA. Il est abondant en Floride, en Californie et en Australie et pousse bien, dans les régions à climats tropicaux et subtropicaux (VON MAYDELL, 1983), récemment introduit en Algérie.

Parkinsonia aculeata L. est très fréquent dans les plantations de brise-vent ou d'ornement, formant des haies infranchissables ou de denses fourrés inextricables. Il est considéré comme une espèce pionnière, convenant pour la réhabilitation des sols et peut constituer un pacage pour les caprins et ovins, malgré la présence d'épines acérées. Il fournit un bois de feu de qualité médiocre. La pulpe fraîche de ses fruits est douce et comestible (MEERA AND RANI, 1999).

Les enveloppes séminales des graines de *Parkinsonia aculeata* L. sont constituées d'un épiderme externe, recouvert d'une cuticule épaisse, d'un hypoderme, de mésenchyme et d'un épiderme interne. Tous ces tissus se développent à partir du tégument externe de l'ovule et se sclérifient au cours de la maturation, rendant le tégument dur et la germination des graines difficile (CERVANTES et al., 1996 ; TEKETAY, 1996).

A l'état naturel, les graines après dissémination zoochorique ou anémochorique, peuvent germer, lorsque l'humidité est suffisante et la température est favorable. L'inhibition tégumentaire peut être levée artificiellement par une scarification, processus qui altère le tégument de la graine, le rendant perméable aux échanges d'eau et d'air. C'est dans ce contexte que le présent travail a été entrepris. Il consiste à comparer les effets de différents traitements physico-chimiques sur la levée de l'inhibition tégumentaire et à déterminer les conditions optimales de température pour la germination des graines de *Parkinsonia aculeata* L.

2.- MATERIEL ET METHODES

Les graines de *Parkinsonia aculeata* L. issues de la récolte du mois de mai 1996, proviennent du site de l'arboretum de la station régionale de l'Institut National de Recherche Forestière (INRF) de Tamanrasset (Algérie). Les graines dont la classe de poids [70 - 80] mg est la plus abondante sont triées par voie densimétrique dans de l'eau, désinfectées dans de l'hypochlorite de soude à 12%, puis abondamment rincées à l'eau distillée. Les graines intactes sont sélectionnées pour les différents tests de germination.

Ces tests sont menés en étuve à 25°C et à l'obscurité, sur 200 graines témoins et 200 graines traitées, réparties en 4 lots de 50 graines pour chaque modalité considérée. Toutes les graines ont été préalablement imbibées durant cinq heures, dans de l'eau distillée fréquemment renouvelée.

Divers traitements sont appliqués aux graines : une légère scarification mécanique à l'aide d'un scalpel provoquée sur la face dorsale du côté du micropyle, un traitement par différentes concentrations d'acide sulfurique (N/100 - N/10 - 1N et 2N) pendant 24 heures, ou par immersion dans l'éthanol absolu (95°) à différentes durées (1 - 5 et 9 jours).

Les graines germées sont dénombrées tous les jours, le critère de germination adopté est la percée de la radicule. Le temps moyen de germination (T_m) est calculé d'après la formule suivante :

$$T_m = \frac{N_1T_1 + N_2T_2 + N_3T_3 + \dots + N_8T_8}{N_1 + N_2 + N_3 + \dots + N_8}$$

Où N_1 est le nombre de semences germées au temps T_1 , N_2 le nombre de semences qui ont germé entre le temps T_1 et le temps T_2 , etc.

Pour la détermination de la température idéale de germination, 4 lots de 50 graines scarifiées mécaniquement au scalpel, sont imbibées pendant cinq heures, puis mises à germer à l'étuve. Différentes températures sont testées : 19 - 21 - 23 - 25 et 27 °C.

3.- R E S U L T A T S

3.1.- Levée de l'inhibition tégumentaire

3.1.1.- Scarification mécanique

Le taux de germination des graines intactes de *Parkinsonia aculeata* L. est très faible. Le pourcentage maximal de germination (4%) est atteint très rapidement (Fig. 1). Le temps moyen de germination (T_m) est de 2,25 jours. L'analyse de la courbe de germination des graines scarifiées au scalpel (Fig. 1), montre un taux maximal de germination de 92%, atteint également très rapidement. Le temps moyen de germination est de 2,43 jours.

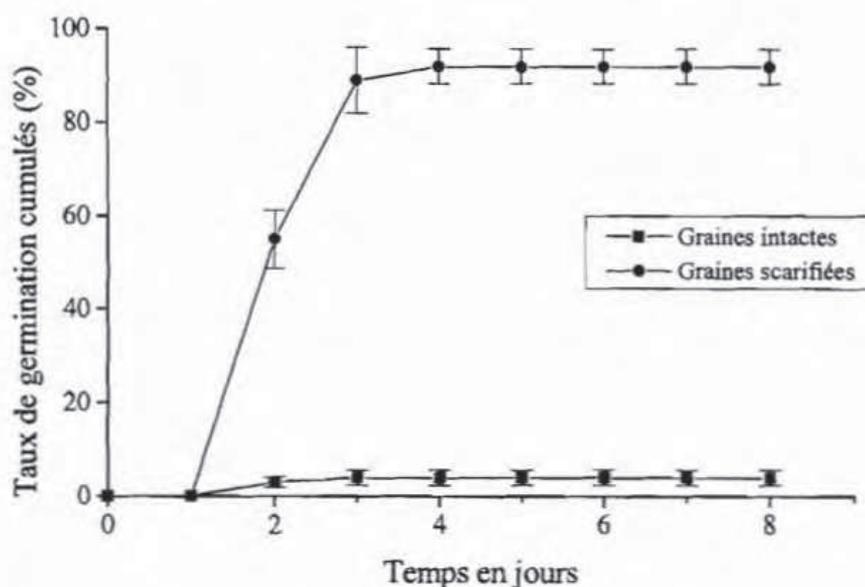


Figure 1 : Evolution en fonction du temps des pourcentages cumulés de germination des graines de *Parkinsonia aculeata* L. intactes et scarifiées mécaniquement au scalpel.

3.1.2.- Scarification chimique par l' H_2SO_4

Le traitement des graines de *Parkinsonia aculeata* L. par de l'acide sulfurique pendant 24 heures améliore la germination des graines lorsque la concentration de l'agent scarifiant varie entre N/100 et N. Le taux maximum de germination (60%) n'est atteint qu'au cinquième jour de germination (Fig. 2) lorsque les graines sont traitées par une concentration de H_2SO_4 de N/10. Le T_m mis par les graines de *Parkinsonia aculeata* L. paraît un peu plus long (3,2 jours) que celui des graines scarifiées au scalpel.

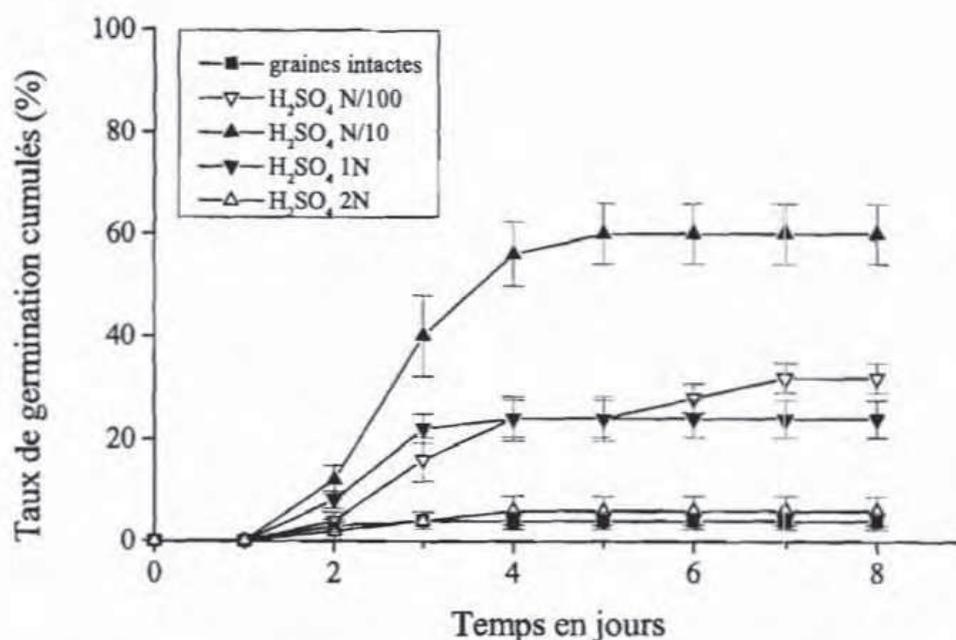


Figure 2 : Evolution en fonction du temps des pourcentages cumulés de germination des graines de *Parkinsonia aculeata* L. intactes et traitées par des concentrations variées d'H₂SO₄ (N/100, N/10, 1N et 2N)

Une concentration d'H₂SO₄ plus faible (N/100) ou plus forte (1N) permet la germination d'environ 30% des graines (Fig. 2). Le taux maximum de germination obtenu avec une concentration de N/100 est un peu plus important (32%) que celui obtenu avec l'application d'une concentration de 1N (24%). Cependant, le T_m des graines traitées par une concentration 1N d'H₂SO₄ est plus faible (2,75 jours) que celui enregistré avec une concentration de N/100 (4 jours). Par contre, de l'H₂SO₄ plus concentré (2N) provoque des lésions plus accentuées sur les téguments et induit une perte irréversible des embryons. Le taux maximum de germination des graines traitées par de l'H₂SO₄ très concentré (2N) n'est que de 6% et le T_m est de 3 jours.

3.1.3.- Scarification chimique par l'éthanol absolu

L'immersion des graines de *Parkinsonia aculeata* L. dans de l'éthanol absolu pendant 24 heures ne permet la germination que de 25% des graines (Fig. 3) pour un T_m de 2,5 jours. Une immersion plus prolongée de cinq jours, donne un taux maximum de germination deux fois plus important (54%). Cependant, le T_m des graines est plus long (3,85 jours).

Une immersion de durée plus longue (9 jours) n'améliore pas pour autant la faculté germinative des graines de *Parkinsonia aculeata* L. Le taux maximum de germination obtenu avec un tel traitement est faible. Il est de 12% pour un T_m de 2,66 jours.

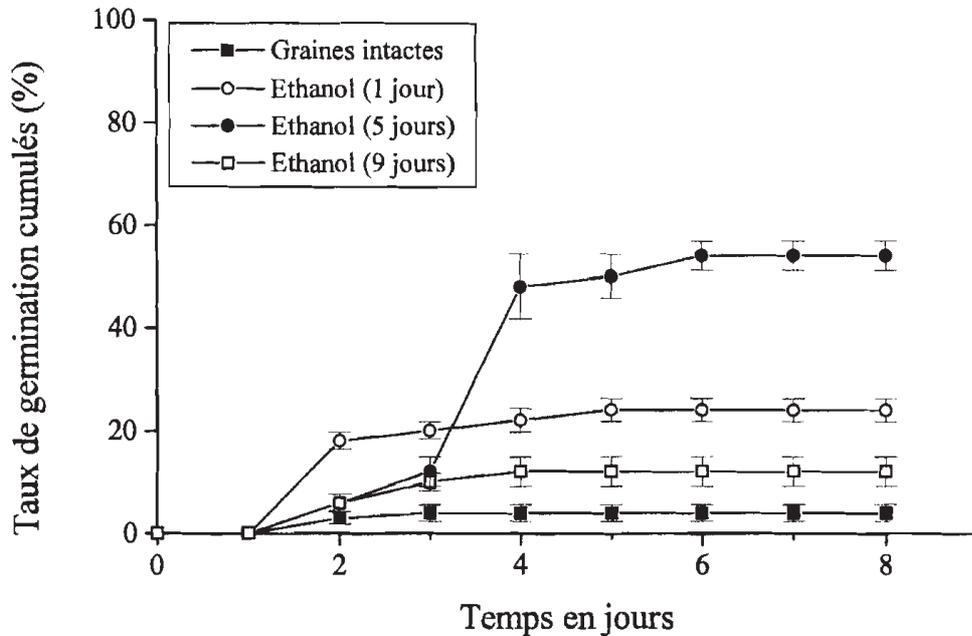


Figure 3 : Evolution en fonction du temps des pourcentages cumulés de germination des graines de *Parkinsonia aculeata* L. intactes et traitées par de l'éthanol pendant 1, 5 et 9 jours.

3.2.- Température optimale de germination

Afin de déterminer la température optimale de germination des graines de *Parkinsonia aculeata* L., plusieurs températures variant de 19 à 27°C sont testées sur des graines scarifiées au scalpel et imbibées durant cinq heures dans de l'eau distillée fréquemment renouvelée.

Les résultats rapportés dans la figure 4 montrent qu'à une température de 19°C, le taux maximum de germination (74%) est atteint au cinquième jour de germination, après un temps de latence très long (3 jours). A une température de 21°C, le maximum de graines qui germent (92%) est enregistré au sixième jour de germination, pour un temps de latence plus court (1 jour). A une température de 23 et 25°C, le taux maximum de germination des graines est identique à celui obtenu à la température de 21°C. Seulement, il est atteint plus

rapidement, dès le quatrième jour de germination, pour presque le même temps de latence. Cependant, il est très important de noter, que plus de la moitié des graines de *Parkinsonia aculeata* L. (55%) germent dès le deuxième jour à 27°C, alors que seulement 40% des graines germent au deuxième jour à 25°C. A une température de 27°C, le taux maximum de germination culmine à 95%. Le temps de latence est très court, puisque 31% des graines germent dès le premier jour.

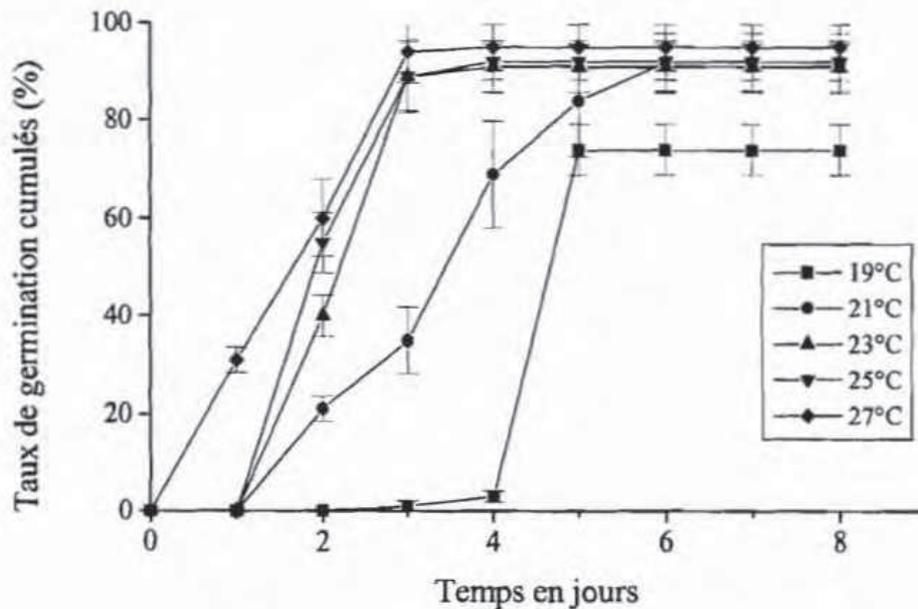


Figure 4 : Evolution en fonction du temps des pourcentages cumulés de germination des graines de *Parkinsonia aculeata* L. soumises à des températures croissantes (19 à 27°C).

L'évolution des pourcentages de germination des graines scarifiées de *Parkinsonia aculeata* L. selon la température, peut être corrélé avec le temps moyen nécessaire pour la germination. Le T_m calculé à 19°C est assez long (5 jours). Il décline jusqu'à 3,72 jours à 21°C, puis à 2,58 jours à 23°C.

A une température de 25°C, le taux maximum de germination des graines (92%) est atteint plus rapidement. Le T_m de germination des graines enregistré, tombe à 2,43 jours. Il est encore plus court (2 jours) à 27°C.

4.- DISCUSSION

Les enveloppes séminales des graines de *Parkinsonia aculeata* L. sont dures. Le taux maximum de germination (92%) est atteint lorsque la contrainte exercée par les téguments de la graine est levée par élimination de la barrière de la testa séminale, par destruction de la cuticule et des cellules de l'épiderme. Ce procédé mécanique de levée de dormance donne un taux maximal de germination (>95%) chez *Acacia origena*, *Acacia pilispina*, *Pterolobium stellatum* (TEKETAY, 1998); *Koelreuteria paniculata* Laxm. (Rehman and Park, 2000) et *Prosopis ferox* (Baes et al., 2002); espèces caractérisées par la dureté des téguments de leurs graines.

La contrainte tégumentaire peut être levée par une scarification chimique. L'immersion des graines dans de l' H_2SO_4 ou dans de l'éthanol absolu est susceptible de provoquer des craquelures au niveau des téguments et permettre la pénétration de l'air et de l'eau. Une concentration en H_2SO_4 appropriée (N/10) pendant 24 heures ou bien une immersion pendant cinq jours dans de l'éthanol absolu améliorent sensiblement la faculté germinative des graines de *Parkinsonia aculeata* L. (60% de germination). Cependant, le temps moyen de germination est sensiblement élevé (respectivement 3,2 et 3,85 jours) comparé au T_m (2,43 jours) des graines scarifiées au scalpel.

L'immersion des graines dans notamment de l' H_2SO_4 est très usitée. La faculté germinative des graines à téguments durs, d'une vingtaine d'espèces de légumineuses a été améliorée (TEKETAY, 1996). A titre d'exemple, l'immersion des graines d'*Acacia origena*, *Acacia pilispina* et *Pterolobium stellatum* dans de l' H_2SO_4 concentré (1N) pendant une à deux heures, donne un taux de germination supérieur à 85% (TEKETAY, 1998).

Cependant, la sensibilité des graines envers cet agent scarifiant est dépendante de la concentration et du temps d'immersion. Ainsi, aucune des graines d'*Argania spinosa* L. (Sapotacea) réputée par la dureté de son tégument, trempée dans de l' H_2SO_4 concentré (1N) pendant 48 heures ne germe (Berka et Harfouche, 2001).

Les graines de *Parkinsonia aculeata* L. préalablement scarifiées au scalpel et imbibées d'eau, germent (% élevé) sur un large spectre de température (21 à 27°C). Les meilleurs taux de germination, sont obtenus à des températures de 25 et 27°C avec les T_m les plus courts. C'est aussi le cas des graines d'une vingtaine d'espèces de légumineuses, dont la germination est plus rapide et plus importante à 25 et à 30°C (TEKETAY, 1996).

Ainsi, la température présente un effet positif sur la probabilité de germination des graines de *Faidherbia albida* Del., qui augmente de 0,39 à 0,59 lorsque la température passe de 15 à 30°C. L'élévation de la probabilité de germination des graines de *Faidherbia albida* Del. est même très significative

lorsque la température augmente de 15 à 25°C, puis tend vers une stabilisation entre 25 et 30°C (Yirdaw and Leinonen, 2002).

La scarification mécanique ou le traitement chimique des graines de *Parkinsonia aculeata* L. lève la dormance tégumentaire. La scarification mécanique au scalpel, dans les conditions expérimentales du laboratoire, est une méthode pratique qui facilite la germination des graines de *Parkinsonia aculeata* L. (taux, rapidité, uniformité).

Parkinsonia aculeata L. est une espèce qu'on rencontre naturellement dans les savanes désertiques, où la température moyenne annuelle dépasse 25°C. La germination rapide de ses graines aux hautes températures et lorsque l'humidité est suffisamment disponible, offre de meilleurs chances d'établissement et de survie pour cette espèce.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAES P. O., DE VIANA M. L., SÜHRING S., 2002.-** Germination in *Prosopis ferox* seeds: effects of mechanical, chemical and biological scarifiers. *Journal of Arid Environments* **50**, 185-189.
- BERKA S., HARFOUCHE A., 2001.-** Effets de quelques traitements physico-chimiques et de la température sur la faculté germinative de la graine d'Arganier. *Revue Forestière Française* **LIII** **2**, 125-130.
- CERVANTES V., CARABIAS J., VASQUEZ-YANES C., 1996.-** Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. *Forest Ecology and Management* **82**, 171-184.
- MEERA M., RANI M., 1999.-** Phytochemical investigation of *Parkinsonia aculeata*. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences* **61**, 315-316
- REHMAN S., PARK I. H., 2000.-** Effect of scarification, GA and chilling on the germination of golden rain-tree (*Koelreuteria paniculata* Laxm.) seeds. *Scientia Horticulturae* **85**, 319-324.
- TEKETAY D., 1996.-** Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia. *Forest Ecology and Management* **80**, 209-223.
- TEKETAY D., 1998.-** Germination of *Acacia origena*, *Acacia pillispina* and *Pterolobium stellatum* in response to different pre-sowing seed treatments, temperature and light. *Journal of Arid Environments* **38**, 551-560.
- VON MAYDELL H. J., 1983.-** Arbres et arbustes du Sahel : leurs caractéristiques et leurs utilisations. *GTZ ISBN* : 3-88085-195-6. 531p.
- YIRDAW E., LEINONEN K., 2002.-** Seed germination responses of four afro-montane tree species to red/far-red ratio and temperature. *Forest Ecology and Management* **168**, 53-61.

STATUT SPECIFIQUE DE L'HYLESINE
Tomicus (Coleoptera-Scolytidae)
DE LA REGION SEMI-ARIDE DE DJELFA
(ALGERIE)

CHAKALI G.

Département de Zoologie Agricole et Forestière
Institut National Agronomique
El-Harrach 16200 Alger (Algérie).

RESUME

L'analyse moléculaire par séquençage du gène de la cytochrome oxydase nous a permis d'identifier de l'hylésine, *Tomicus destruens*, confondue depuis longtemps avec l'espèce voisine *Tomicus piniperda*. L'espèce identifiée est impliquée dans les dépérissements enregistrés depuis plus d'une décennie dans les forêts naturelles de *Pinus halepensis* de la région de Djelfa. La comparaison établie entre des séquences de diverses populations méditerranéennes a mis en évidence un polymorphisme nucléotidique comparable entre plusieurs provenances de l'hylésine. La population algérienne forme un sous groupe proche des populations d'origine Grecque et Espagnole, mais reste détachée dans le dendrogramme phylogénique de l'espèce, *Tomicus destruens*. La position géographique particulière, et les conditions environnementales locales en zones semi-arides, notamment l'altitude et les facteurs climatiques pourraient expliquer cette différenciation génétique.

Mots clés : Statut, *Tomicus*, pin d'Alep, semi-aride, dépérissement, Algérie.

**SPECIFIC STATUTE OF THE PINE SHOOT BEETLE,
Tomicus (Coleoptera-scolytidae)
FROM THE SEMI-ARID AREAS
(DJELFA-ALGERIA)**

S U M M A R Y

The researches in Aleppo pine plantations to semi-arid areas have resulted in the specific position of the pine shoot beetle. The sequence of cytochrome oxydase analysis has confirmed us the specific, *Tomicus destruens*, implied in the decay recorded in the natural forests of *Pinus halepensis* in the area of Djelfa. The examination of the sequences of various Mediterranean populations has brought the comparable nucleotide polymorphism between several sources. The Algerian population forms a sub group close to the populations from Greek and Spanish origin, but remains a part in the phylogeny dendrogramme of the specie, *Tomicus destruens*. The specific geographical position, and the local environmental conditions in semi-arid areas, in particularly the altitude and the climatic conditions could the haplotype's position.

Key words : Statute, *Tomicus*, pine of Alep, semi-arid, decay, Algeria.

**التحديد النوعي لـ *Tomicus* (Coleoptera-Scolytidae)
المتواجد في غابات منطقة الشبه الجافة
(الجلفة - الجزائر)**

ملخص

التحليل الجزيئي لجين *Cytochrome oxydase* بين نوع *Tomicus destruens* التي كانت تتشابه مع *piniperda Tomicus* وضحت التباين النوعي بين هاتين الحشرتين. النوع المحدد يتسبب منذ العشرية التالية في موت أشجار الغابات الطبيعية من الصنوبر الحلبي في منطقة الجلفة. المقارنة بين مختلف سلالات بعض مناطق البحر الأبيض المتوسط أظهرت للوجود أشكال متقاربة بينهما. سلالة الجزائر تشكل مجموعة مقربة من سلالات ذات مصدر إسباني وإغريقي بينما تبقى منفصلة عن المخطط القياسي الشجري. إن الموقع الجغرافي، والأحوال البيئية للمنطقة، بالخصوص الارتفاع والعوامل المناخية قد تمكن من تفسير وضعية السلالة الجزائرية.

كلمة مفتاحية: نوع، *Tomicus*، الصنوبر الحلبي، موت لأشجار، الجزائر.

INTRODUCTION

Le genre *Tomicus* (Latreille, 1802) regroupe six espèces réparties dans diverses pinèdes européennes, asiatiques, nord américaine et nord africaine. Les espèces *Tomicus brevipilosus* EGGERS 1929, *Tomicus pilifer* SPESSIVTSEV 1919 et *Tomicus puellus* REITTER 1894 se localisent dans la région asiatique de l'Est et du centre et demeurent absentes en Europe (WOOD et BRIGHT, 1992 in GALLEGO et GALIAN, 2001). *Tomicus minor* HARTIG 1834 se localise en Europe et en Asie. Par ailleurs, *Tomicus piniperda* présente une plus large distribution eurasiatique (BROWNE, 1968). En Europe, l'espèce présente une vaste extension en France, en Belgique, en Allemagne, en Autriche, en Hongrie, en Grèce, en Italie et en Scandinavie (CHARARAS, 1962). La présence et l'importance de l'espèce, ont été signalées par plusieurs autres auteurs notamment par VALLET (1981), LANGSTROM (1983) en Suède par SAARENMAA (1985) en Finlande, par DEMAKOV (1989) en Russie, par ZUMR (1989) en République tchèque, par KOHNLE *et al.* (1992) en Allemagne. En Amérique du Nord, elle a été introduite en 1992 et vers 1996 elle s'est propagée dans 186 régions des états : Illinois, Indiana, Maryland, Michigan, New-York, Ohio, Pennsylvania et l'Est de Virginie. De même, elle a été retrouvée dans 17 régions de la province canadienne (HAACK *et al.*, 1997).

De sévères attaques ont été observés au sud de l'Italie au cours des années quatre-vingt (TRIGGIANI, 1984). Au Maroc et en Tunisie, *Tomicus destruens*, probablement confondu avec *Tomicus piniperda*, a été signalé dans divers peuplements de pins (CHARARAS, 1977).

La sixième espèce très peu connue, *Tomicus destruens* WOLLASTON 1865, très souvent confondu avec *Tomicus piniperda* se localise dans la région circumméditerranéenne, limitée à l'Europe méditerranéenne, à l'Espagne méridionale, au Portugal et à l'Afrique du nord (CARLE, 1973). Elle reste très répandue au nord et au centre de l'Italie (NANNI et TIBERI, 1997) et au nord de l'Espagne Nordique (GALLEGO et GALIAN, 2001) et au sud de la France dans les régions chaudes de basses altitudes (ABGRALL et SOUTRENON, 1991). La répartition géographique de l'espèce *Tomicus destruens* reste à clarifier davantage dans les divers autres pays méditerranéens.

La distinction entre *Tomicus piniperda* et *Tomicus destruens* a suscité beaucoup d'attention. LEKANDER (1971) propose une séparation entre les deux espèces considérées depuis longtemps comme étant une seule espèce, *Tomicus piniperda* décrite par plusieurs auteurs notamment par FEYTAUD (1946) ; BALACHOWSKY (1949) et CHARARAS (1962) SCHWENKE (1974) et GRÜNE (1979).

Les renseignements concernant *Tomicus destruens* sont assez limités et souvent contradictoires par contre chez *Tomicus piniperda*, ils témoignent en revanche d'études plus développées.

En dehors de toute particularité taxonomique, CARLE (1973) constate que les seuls caractères discriminants portent sur le cycle biologique. La

période de l'essaimage de *Tomicus destruens* débute en automne par contre celle de *Tomicus piniperda* s'effectue à la fin d'hiver avec un décalage temporel pour les différentes phases ; larvaire, nymphale, émergence imaginale et période nutritionnelle des imagos.

Des essais de croisement tentés entre diverses provenances de *Tomicus piniperda* et de *Tomicus destruens* donnent des progénitures fertiles dans tous les cas et pour toutes les combinaisons réalisées.

Compte tenu des diverses similitudes relevées entre les deux espèces définies par LEKANDER (1971), notamment les possibilités de croisement et les chevauchements des aires de répartition, CARLE (1973) conclut que leurs variations morphologiques et écologiques révèlent plus de différences écotypiques que spécifiques.

Récemment, l'investigation entreprise sur l'ADN ribosomal par GALLEGO et GALIAN (2001) sur des populations de diverses provenances de *Tomicus piniperda* et de *Tomicus destruens* a permis une séparation spécifique. De plus, l'étude conduite par Kerdelhue *et al.* (2002) en France sur la structure génétique de l'ADN mitochondriale de différentes populations en France a mis en évidence la différence génétique entre les populations de *Tomicus sp.*, validant le statut d'espèce pour *Tomicus destruens*. L'auteur précité note que les deux espèces ont été retrouvées sympatriquement sur des arbres de pin.

L'analyse de l'ADN mitochondrial de diverses populations de *Tomicus*, portant sur l'étude du gène de la cytochrome oxydase présenté par KOHLMAYR *et al.* (2002), confirme davantage la séparation des espèces *Tomicus piniperda* et *Tomicus destruens*. La position des nucléotides a permis de distinguer deux haplotypes chez les populations de *Tomicus piniperda* et trois haplotypes chez les populations de *Tomicus destruens*.

L'étude rapporte les premières informations sur la structure génétique, validant le statut taxonomique de l'espèce *Tomicus* présente dans les peuplements de pin d'Alep en zone semi-aride d'Algérie (Djelfa).

MATERIEL ET METHODES

Discrimination par marquage moléculaire

Une vingtaine d'adultes mâles et femelles de l'hylésine fraîchement récoltés en fin d'évolution nutritionnelle au début de septembre de l'année 2003 ont été conservés dans de l'alcool 95° en vue d'un marquage moléculaire de l'ADN de l'espèce. L'étude a concerné l'extraction de l'ADN mitochondrial et a porté sur le gène de la cytochrome oxydase (déduction de la séquence). La méthodologie adoptée est celle proposée par KOHLMAYR *et al.* (2002).

En plus de la population des zones semi-arides, l'étude a concerné 8 autres populations méditerranéennes d'origines différentes afin de comparer la structure phylogénique et de l'espèce de *Tomicus* issue de différentes zones géographiques.

Extraction de l'ADN moléculaire

L'extraction de l'ADN a concerné la tête et le thorax de 2 à 4 individus séparément pour les deux espèces *Tomicus piniperda* et *Tomicus destruens*. Les antennes, les élytres et l'abdomen n'ont pas été pris en considération car ils renferment souvent des champignons et des nématodes dont l'ADN peut interférer avec l'ADN de *Tomicus*. Les parties isolées ont été broyées dans de l'azote liquide. Afin de garantir une pureté maximale de l'ADN, les protéines dans l'extrait ont été détruites à l'aide d'une protéase.

Réaction de polymérisation en chaîne (PCR)

La PCR est une technique très puissante de l'amplification de l'ADN, qui nécessite l'emploi d'une polymérase particulière, la Taq-polymérase. Elle permet de reproduire à volonté des fragments d'ADN d'une séquence donnée.

Après dénaturation en deux brins monocaténaire à une température de 94°C l'hybridation se fait par les amorces sur la cible à une température de 56°C et la synthèse d'un nouveau brin s'établit à partir des amorces par la Taq-polymérase à une température de 72°C. Il en résulte par la suite deux ADN bicaténaire (n cycles permettent d'obtenir 2ⁿ copies d'ADN).

Deux amorces (sens et anti-sens) spécifiques s'hybrident à l'ADN mitochondrial cible en présence d'un excès de désoxynucléotides (dNTP) et une Taq-polymérase (ADN Polymérase thermostable) synthétise le brin complémentaire. Les amorces utilisées sont ; ATATTGGAATCACTCAAT TGAG pour l'espèce *Tomicus piniperda* et TTCTTGGAAT CATTCAATAGA AGTC pour l'espèce *Tomicus destruens*.

Après récupération de la bande correspondant au gène de la cytochrome oxydase, un séquençage automatique s'en est suivi.

RESULTATS

Les résultats obtenus sont regroupés avec ceux de Kohlmayr et al. (2002) dans le tableau 1 afin de les comparer avec les haplotypes mis en évidence pour les deux espèces *Tomicus piniperda* et *Tomicus destruens*.

Tableau 1 : Position de l'haplotype algérien par rapport aux haplotypes méditerranéens analysés

Espèces et haplotypes	Position du nucléotide						Références
	72	219	231	240	336	345	
<i>Tomicus piniperda</i>							
Haplotype I	T						
Haplotype II	C						
<i>Tomicus destruens</i>							
Haplotype I	C	A	C	G	A	KOHLMAYR et al. (2002)	
Haplotype II	C	A	C	G	G		
Haplotype III	T	G	T	A	A		
Haplotype Algérien	C	A	T	G	A	Présente étude	

Par déduction, il apparaît clair que la position de l'espèce algérienne en provenance des zones semi-arides est plus proche à l'haplotype I de *Tomicus destruens*. Seul à la 240^{ème} position, l'haplotype I contient un C par contre l'haplotype algérien renferme un T. Ce qui nous permet de dire qu'il s'agirait d'un quatrième haplotype chez l'espèce *Tomicus destruens*

La comparaison des séquences de diverses populations méditerranéennes de *Tomicus destruens* avec la population algérienne a révélé un polymorphisme nucléotidique ayant conduit à un classement selon le diagramme présenté à la figure 1.

La population algérienne semble former un sous groupe à part proche des populations, 4, 3 et 6 correspondant aux populations d'origines Grecque et Espagnole. En outre la population en provenance de la zone semi-aride (Algérie) a tendance à se détacher des populations Italienne et Espagnole (1, 2, 8 et 9). Ceci pourrait être expliqué par les caractéristiques environnementales notamment les conditions d'adaptation difficiles et particulières en zones semi-arides qui se caractérisent par une altitude moyenne de 1200 mètres, par des étés chauds et des hivers rudes avec des écarts climatiques très importants au cours du temps.

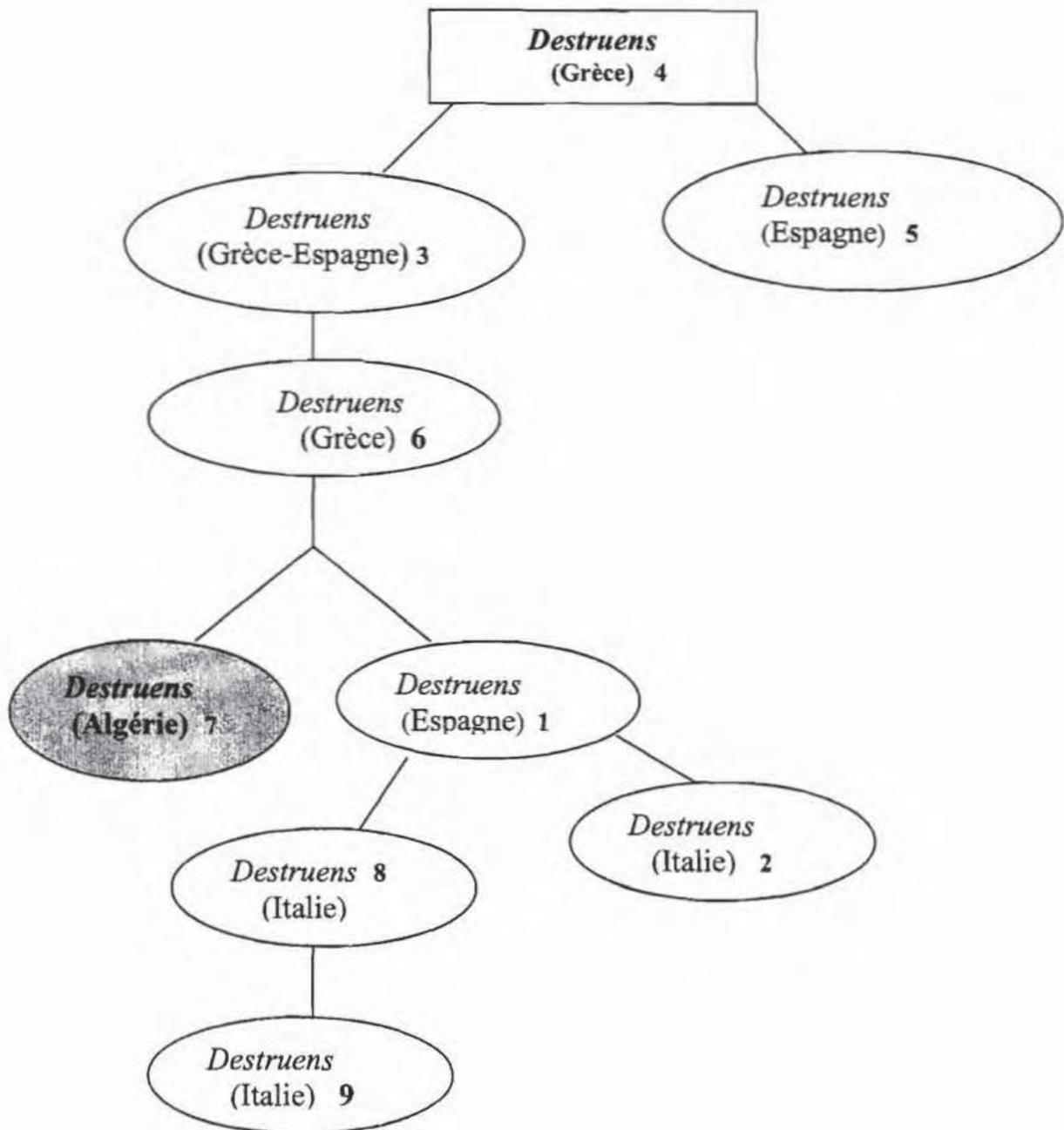


Figure 1 : Place de d'hyalésine *Tomiscus* sp algérien dans le dendrogramme phylogénique d'autres origines méditerranéennes de *Tomiscus*

DISCUSSION ET CONCLUSION

Au cours des deux dernières décennies, les peuplements méditerranéens de pins se trouvent confrontés à l'hylésine *Tomicus destruens*, ennemi redoutable, confondu depuis longtemps avec l'espèce voisine *Tomicus piniperda*. La séparation des deux espèces a été confirmée récemment par l'analyse génétique mais leur statut géographique reste encore à délimiter pour tout le pourtour méditerranéen. Les zones sympatriques regroupant les deux espèces doivent aussi être mieux connues géographiquement. La possibilité d'interfécondité entre les deux espèces a été notée par CARLE (1973), mais leurs progénitures restent à discuter. Les générations issues de ces croisements sont t'elles fertiles ou pas ?

Les recherches entreprises dans les peuplements de pin d'Alep en zone semi-aride, ont conduit dans une première étape à statuer sur la position spécifique de l'hylésine. La présente étude portant sur l'analyse de la structure génétique de l'espèce nous confirme l'appellation spécifique, *Tomicus destruens* pour l'hylésine impliqué dans les dépérissements enregistrés dans les forêts naturelles de *Pinus halepensis* dans la région de Djelfa.

En Afrique du nord, le statut taxonomique des deux écotypes devrait être déterminé avec précision, d'une part, par des prélèvements dans des peuplements et des régions différentes, et d'autre part par des études écologiques plus approfondies.

Afin de ne pas revenir sur l'appellation spécifique et de séparer ces deux espèces en fonction de leur biotope, d'autres prélèvements régionaux plus significatifs sont indispensables.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABGRALL J.F. et SOUTRENON A., 1991.-** La forêt et ses ennemis. CEMAGREF. 399p.
- BALACHOWSKY A.S., 1949.-** Faune de France : 50 Coléoptères Scolytides. Ed. Le chevalier, Paris, 320 p.
- BROWNE G., 1968.-** Pests and diseases of forest plantatio trees. Clarendon presse Oxford, printed in great Britain, by spottiswoode, Ballantyne Co, LTD., London and Colchester, 1330p.
- CARLE P., 1973.-** Le dépérissement du pin mésogéen en Provence. Rôle des insectes dans les modifications d'équilibre biologique des forets envahis par *Matsucoccus feytaudi* Duc. (*Coccioidea*, *Margarodidae*). Thèse de Dr. Es Science Naturelles, Uni. Bordeaux I, 174p.
- CHARARAS C., 1962.-** Scolytes des conifères. Ed Lechevalier, Encyclopédie entomologique XXXVIII, Paris, 556p.
- CHARARAS C., 1977.-** Problèmes posés dans différents pays méditerranéens par les insectes parasites des forêts. Aperçu général sur les insectes forestiers au Maroc. Comptes-rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France. 63:10, 611 – 618.
- DEMAKOV Y. P., 1989.-** Optimization of the recording of wood-destroying insect number on model trees. Lesnoe-Khozyaistrov, N° 10, 41-44.
- FEYTAUD J., 1946.-** Les scolytes (vulgo. bostryches) dans la forêt Landaise. Rev. Ec. Nat. Eaux et Forêt. 84, (7), 373-407.
- GALLEGO D. et GALLIAN J., 2001.-** The internal transcribed spacers (ITS1 and ITS2) of the Rdna differentiates the bark beetle forest pests *Tomicus destruens* and *T. piniperda*. Insect Molecular Biology, 10(5), 415-420.
- GRÜNE V.S., 1979.-** Handbuch zur Bestimmung der europäischen Borkenkäfer. Forstzoologisches Institut des Universität Freiburg, Mit 275 Abbildungen. Ed. Verlag M. &H. Schaper Hannover. 164-165.
- HAACK R.A., LAWRENCE R.K., MCCULLOUGH D.G. et SADOFF C.S., 1997.-** *Tomicus piniperda* in North America : An integrated response to a new exotic scolytid. Proceedings integrating cultural tactics into the management of bark beetle and reforestation pests USDA, Forest Service General Technical Report NE-236, 62-72.

- KERDELHUE C., ROUX-MORABITO G., FORICHON J., CHAMBON J.M., ROBERT, A., et LIEUTIER F., 2002.-** Population genetic structure of *Tomicus piniperda* L. (*Curculionidae: Scolytinae*) on different pine species and validation of *T. destruens* (Woll). *Molecular Ecology*, 483-494.
- KOHNLE U., DENSBOHN S., DUHME D. et VITÉ J.P., 1992.-** Bark beetle attack on host logs reduced by spraying with repellents. *J. Appl. Ent.* 114, 83-90.
- KOHLMAYR, B., RIEGLER, M., WEGENSTEINER, R. et STAUFFER C., 2002.-** Morphological and genetic identification of the three pine pests of the genus *Tomicus* (*Coleoptera, Scolytidae*)
- LANGSTRÖM B., 1983.-** Life cycle and shoot feeding of the pine shoot beetles. *Studia Forestalis Suecica*, n° 163, 29p.
- LEKANDER B., 1971.-** On *Blastophagus destruens* Woll and description of its larva (*Coleoptera, Scolytidae*). *Entom Ts Agr* 92: 271-276.
- NANNI C., et TIBERI R., 1997.-** *Tomicus destruens* (Wollaston): biology and behaviour in Central Italy . Proceeding Interating Cultural Tactics into the Management of Bark Beetle and Reforestation Pests. USDA Forest Service General Technical Report NE-236, 131-134.
- SAARENMAA H., 1985.-** Within-tree population dynamics models for integrated management of *Tomicus piniperda* (*Coleoptera, Scolytidae*). *Communicationes instituti forestalis fenniae*, 128, Helsinki, 55p.
- SCHWENKE W., 1974.-** Die Forestschadlinge Europas, 2: 337, Paul Parey, Hamburg, Berlin, 500p
- TRIGGIANI O., 1984.-** *Tomicus (Blastophagus) piniperda* (*Coleoptera, Scolytidae Hylesininae*): biology, damage and control on the Ionic coast. *Entomologica*. 19, 5-21.
- VALLET E., 1981.-** Etude du dépérissement du pin sylvestre en région centre et des principaux ravageurs scolytides associés : *Tomicus piniperda*, *Ips sexdentatus* et *Ips acuminatus* (*Col. Scolytidae*). Dr 3^{ème} cycle, Uni. Orleans-la-Source U.E.R. Sci. Fondamentales et appliquées, 143p.
- ZUMR V., 1989.-** Attractiveness of terpene alpha-pinene to the large pine shoot beetle, *Blastophagus piniperda* (L.) (*Col., Scolytidae*). *J. Appl. Ent.* 107, 141-144.

IDENTIFICATION ET REPARTITION ECOLOGIQUE DE LA PEDOFAUNE DANS LA FORET DE YAKOUREN (Wilaya de Tizi-Ouzou)

FERRAHI M.O. et DJEMA A.

STATION I. N. R. F. - AZAZGA,
BP 30 Yakouren 15365 (Tizi-Ouzou)
fax : 026 34 29 45

RESUME

Trois différentes types de stations forestières (chêne liège + sous-bois, chêne liège + chêne zeen + sous-bois, chêne zeen) et une station sous végétation herbacée (graminées), ont été retenues afin d'étudier l'aspect quantitatif et qualitatif des différents représentants de la méso faune et de la macrofaune du sol au niveau de la forêt de Yakouren. La distribution verticale de la pédofaune a été appréciée au niveau des trois horizons successifs: la litière (0-1cm) et les deux horizons suivants (1-10cm) et (10-20cm). Les résultats obtenus relatifs aux différentes espèces identifiées sont proches de ceux observés sous forêt de chênes en milieu tempéré. Les stations caractérisées par une composante floristique diversifiée (chêne liège + chêne zeen + sous-bois) comptent le plus grand nombre d'individus.

Les populations les mieux représentées sont les microarthropodes (acariens et collemboles), celles-ci comptent jusqu'à 107436 ind/m² dans les forêts mixtes. L'analyse factorielle des correspondances (AFC) utilisée en vue d'établir les relations possibles entre la répartition spatiale de la pédofaune et certains facteurs du milieu démontre l'effet positif de l'humidité sur la plupart des populations faunistiques du sol ($r = 0,646$ et $0,556$). A l'inverse, la matière organique semble peu influente sur l'évolution de la faune invertébrée, tandis que le pH du sol affecte sensiblement les populations de Lombrics ($r = 0,373$).

ملخص

تم في هذا البحث دراسة ثلاثة محتاط أشجار غابية و واحدة متكونة من نباتات ذات صنف عشبي لدراسة منظر كمي و نوعي لمختلف حيواني التربة. لقد استعملت معطيات إحصائي للحصول على كل العلاقات الممكنة بين انتشار حيوانات تربة و بعض العناصر المتعلقة بالبيئة تلك مياه التربة، حمضي والمواد العضوية. نتائج البحث تبرهن بأن غابات مختلطة الأصناف تحتوي على عدد أكبر من حيوانات التربة بالمقارنة مع أراضي عشبية.

SUMMARY

In order to study the quantity and quality aspects of soil mesofauna and macrofauna in the forest region of Yakouren, three different forest stands and one under grass vegetation were chosen. The comparison of factor two to two were used to establish all possible relationships between spatial repartition of pedofauna and some ecopedological factors such as soil moisture, acidity, and organic matter. Results have shown a similar pattern with temperate oak forest. Moreover, in the mixed species forest, the number of living organisms was higher than the grassland ecosystem where the size of soil fauna is reduced by half.

INTRODUCTION

D'une superficie de 5704 hectares, la forêt de Yakouren représente un milieu typiquement méditerranéen de l'étage humide de l'Algérie. Cette forêt, dominée par le chêne zeen et le chêne liège a fait l'objet de nombreuses études se rapportant essentiellement aux associations végétales, à la dendrométrie ainsi qu'à la pédologie générale. Hormis l'étude de ARAB (1991), les aspects concernant la pédofaune n'ont pas été abordés jusqu'à présent.

L'établissement des inventaires pédobiologiques permet d'une part de déterminer le niveau de fertilité biologique du sol et d'autre part de comprendre la morphologie et le fonctionnement qui en découlent (TOUTAIN, 1987).

En effet, le sol est un milieu caractérisé par une concentration importante d'organismes vivants de différentes tailles dont le rôle essentiel est la régulation de la décomposition de la litière, du cycle des nutriments, de la dynamique de la matière organique et la formation de structures construites (BOUCHE, 1977; DAVID, 1987).

ECHANTILLONNAGE

1 - Choix de la période d'échantillonnage

La répartition de la faune du sol varie à la fois dans l'espace et selon les rythmes saisonniers (CHAUVEL et al, 1987). Pour cette recherche, l'échantillonnage a été réalisé en Mai-Juin ; généralement cette période offre des conditions favorables pour un dénombrement important d'animaux du sol (températures ambiantes élevées, humidité du sol optimale, pédoclimat relativement stable).

2 - Méthode de prélèvement et d'identification de la faune du sol

De toutes les méthodes décrites par DICE (1952), la méthode des «quadrats» est la plus pratique puisqu'elle permet l'optimisation adéquate de l'échantillonnage. Le quadrat en bois de dimension (30cmx2)x10cm est placé au hasard sur la surface du sol de chacune des stations retenues.

Pour les sols profonds, HEALY (1962) et LAMOTTE & BOURLIÈRE (1978) ont proposé 06 répétitions dans l'aire de prélèvement pour chacun des trois niveaux successifs NO : Litière, N1 : 0-10cm et N2 : 10-20 cm. Une moyenne a été obtenue ensuite pour chacune des espèces inventoriées.

Pour l'extraction des animaux contenus dans les échantillons de sol préalablement séchés à l'air, la méthode de BERLESE TULLGREN (pH4) a été utilisée. Selon PIHAN (1986), 48 heures suffisent à extraire le maximum d'animaux.

L'identification des différents groupes d'espèces a été réalisée par référence à plusieurs ouvrages munis de quelques clés de détermination basées sur certains caractères essentiels tels que la présence ou l'absence d'ails, la segmentation du corps, la morphologie des pièces buccales, le nombre de pattes, etc.. (COINEAU, 1974; BACHELIER, 1978; DAJOZ, 1980).

3 – Méthode d'analyse des sols

Le taux de matière organique a été évalué selon la méthode ANNE dont le principe de base est l'oxydation par le bichromate de potassium en excès, en milieu sulfurique. La mesure du pH a été faite à l'aide d'un pHmètre dans une solution de KCl 0,1N. L'humidité du sol a été déterminée par la méthode de séchage à l'étuve à 105°C (BONNEAU et SOUCHIER, 1994).

RESULTATS - DISCUSSION

Le tableau 1 résume les principales caractéristiques des sols des stations étudiées. Ainsi, sous végétation herbacée, l'humidité du sol est faible, le pH est neutre, le taux de matière organique est moyen alors que la charge caillouteuse est nulle. Sous végétation forestière mixte, l'humidité est mieux conservée (15,1 % à 20,5 %), le pH est faiblement acide tandis que la texture est légère et comporte une charge caillouteuse moyenne; le taux de matière organique y est relativement élevée (5,6 %). La station 4 se caractérise par un pH acide et un taux d'éléments grossiers élevé. L'exposition de l'ensemble des stations est nord à nord-est; avec une forte pente pour la station du chêne zeen et modérée ou replat pour les autres stations.

Tableau 1 : Principales caractéristiques des sols des stations d'étude

Station	Type de végétation	Humidité du sol (%)		pH	Matière organique (%)	Texture et structure	Topographie et exposition		Charge caillouteuse	
1	Herbacé (graminée)	9,6	8,8	6,8	3,8	Argileuse Polyédrique	Pente Nord	modérée	Nulle	
2	Chêne liège + sous-bois	16	11,5	5,78	5,2	Limono-sableuse Particulaire	Replat sur versant. Nord	Teneur moyenne (20%)		
3	chêne liège + chêne zeen + sous bois	20,5	15,1	5,80	5,5	Limono-sableuse Particulaire	Pente nord-est	modérée	Teneur moyenne (20%)	
4	Chêne zeen	13,5	10	4,20	4,5	Limono-sableuse Particulaire	Pente Forte Nord-Est	Teneur élevée (40%)		

1 - Répartition de la faune du sol dans les différentes stations – Analyses des données

Les différents groupes d'animaux répertoriés sont :

Acariens(**AC**),

Collemboles(**COM**),

Coléoptères Adultes(**CA**) et leurs larves (**CL**),

larves de diptères(**LD**),

Aranéides(**AR**),

Hyménoptères(**HY**),

Chilopodes(**CH**),

Diplopedes(**DI**),

Lombrics (**LOM**) et autres groupes(**AG**).

Tableau 2 : Effectif total de la faune du sol par type de station

Faune→ St\ N _i	AC	COM	CA	CL	LD	AR	HY	CH	DI	LOM	AG	TOTAL PAR STATION	
1	N ₀	400	00	00	00	00	89	111	00	00	00	24802 ind/m ² (13,40%)	
	N ₁	19120	523	167	312	122	00	00	11	11	23		78
	N ₂	2880	355	178	222	89	00	00	11	00	11		89
	Σ _N	22400	878	345	534	211	89	111	22	11	34		167
2	N ₀	12000	70	33	78	33	45	122	00	00	00	22	33285 ind/m ² (17,98%)
	N ₁	16240	340	67	200	478	00	00	11	11	11	45	
	N ₂	3100	135	45	22	100	00	00	11	00	11	55	
	Σ _N	31340	545	145	300	611	45	122	22	11	22	122	

St : station

N : niveau de profondeur (y compris la couche de litière)

Ind/m² : nombre d'individus au metre carré

Σ_N : somme des individus par espèce et par station.

Tableau 2(suite) : Effectif total de la faune du sol par type de station

Faune→	St↓	N↓	A0C	COM	CA	CL	LD	AR	HY	CH	DI	LOM	AG	TOTAL PAR STATION
3	N ₀		31760	500	34	56	122	122	45	11	11	00	55	109637 ind/m² (59,25%)
	N ₁		65560	1000	88	355	700	00	00	45	34	11	34	
	N ₂		8460	156	34	67	322	00	00	22	00	11	22	
	Σ _N		105780	1656	156	478	1144	122	45	78	45	22	111	
4	N ₀		9320	133	45	22	22	56	156	00	00	00	66	17310 ind/m² (9,35%)
	N ₁		5320	133	33	45	244	00	00	11	11	00	12	
	N ₂		1580	23	00	11	34	00	00	11	00	00	22	
	Σ _N		16220	289	78	78	300	56	156	22	11	00	100	

St : station

N : niveau de profondeur (y compris la couche de litière)

Ind/m² : nombre d'individus au mètre carré

Σ_N : somme des individus par espèce et par station.

Globalement, les résultats du tableau 2 montrent que la station 3 compte le plus grand nombre d'individus (109637 ind/m^2) représentant 59,25 % de l'effectif total. Cette exubérance peut s'expliquer notamment par la nature de sa végétation mixte. Selon SEIGNE (1985), les milieux caractérisés par une composante floristique diversifiée sont plus propices à abriter de nombreuses espèces faunistiques.

Bien que certains paramètres éco-pédologiques (humidité et matière organique) soient relativement moins favorables que ceux de la forêt, la station 1 évoluant sous une végétation herbacée présente un effectif appréciable, elle a une position intermédiaire et compte 24802 ind/m^2 représentant environ 13,40 % de l'effectif total.

L'analyse détaillée du tableau 2 permet de faire ressortir les points suivants :

- Les Microarthropodes sont de beaucoup les animaux les plus représentés dans toutes les stations. Il s'agit particulièrement des acariens et des collemboles. Les premiers représentent respectivement 22400, 31340, 105780 et 16220 individus dans les stations 1, 2, 3, et 4. Sur l'ensemble des stations, le nombre d'individus baisse lorsqu'on passe de N1 à N2 ; à titre d'exemple, la station 3, avec une population d'acariens évaluée à 65560 ind/m^2 dans le N1 ne compte plus que 8460 individus dans le N2. PESSON (1971) estime que certains sols forestiers peuvent facilement héberger jusqu'à 500000 individus par mètre carré
- Les Coléoptères et leurs larves, les larves de diptères sont moins nombreux que les microarthropodes ; cependant leur taux est relativement élevé dans la station 3 où les populations de larves de diptères atteignent 1144 ind/m^2 . A l'exception de la station sous graminées où les populations de coléoptères adultes sont mieux représentées dans le N2 avec 178 ind/m^2 , les individus de ce groupe sont généralement abondants dans les 10 premiers centimètres du sol.
- les Aranéides et les hyménoptères constitués essentiellement d'araignées et de fourmis, leurs effectifs varient entre 45 et 156 ind/m^2 sur l'ensemble des stations; ils sont totalement absents dans le N1 et N2, et sont localisés uniquement dans la couche N0, ce sont donc des animaux qui vivent en surface.
- Les Myriapodes représentés par les chilopodes et diplopodes sont faiblement représentés, leur nombre varie selon les stations de 22 à 78 ind/m^2 pour les chilopodes et de 11 à 45 ind/m^2 pour les diplopodes. Ils sont surtout présents dans les niveaux de profondeur N1 et N2.

- Les lombrics sont généralement peu abondants, la station sous graminées est la mieux représentée avec un taux d'occupation de 34 ind/m². Ils sont totalement absents dans la station 4.
- Les autres groupes représentent une grande diversité d'animaux du sol avec un effectif variant de 100 à 167 ind/m². Ces groupes identifiés sont : les thysanoures, diploures, isopodes, pseudo scorpions et dermaptères. Contrairement aux autres espèces faunistiques, les individus ont tendance à se regrouper au niveau de profondeur N2, comme c'est le cas notamment des stations 1 et 2. Dans les stations 3 et 4, ces animaux sont localisés au niveau du N0 avec respectivement 55 et 66 individus.

2 - Interaction facteurs du milieu – faune du sol

L'analyse de la matrice de corrélations a permis de faire apparaître les relations pouvant exister entre certaines variables du milieu: matière organique (M.O), humidité du sol, pH, et les différents groupes faunistiques.

D'après les résultats du tableau 3, il apparaît que l'humidité est positivement corrélée avec les micro arthropodes et les larves d'insectes. Le coefficient de corrélation est très hautement significatif au seuil de 0,01% (0,646 et 0,556). DEBOUTEVILLE et al.,(1969) et MALDAGUE (1970) notent que la présence des microarthropodes dans un milieu est souvent considérée comme liée à des conditions de fortes humidités.

Tableau 3 : Matrice de corrélations facteurs du milieu - faune du sol

	DI	CH	AC	COM	CA	CL	LD	LOM	HUM	MO	pH
DI	1										
CH	0,419	1									
AC	0,385	0,060	1								
COM	0,585	0,126	0,810	1							
CA	0,012	-0,131	0,279	0,375	1						
CL	0,395	0,158	0,367	0,569	0,199	1					
LD	0,511	0,383	0,441	0,523	0,194	0,219	1				
LOM	0,109	0,153	0,126	0,294	0,225	0,221	0,178	1			
			***	***		**	***				
HUM	0,286	0,240	0,646	0,556	0,172	0,391	0,570	0,149	1		
MO	0,143	0,160	0,145	0,046	-0,145	-0,067	0,282	-0,137	0,331	1	
					***	*		**			
pH	-0,077	-0,096	-0,003	0,239	0,517	0,370	-0,041	0,373	-0,037	-0,141	1

A=0,05 Tth=0,287 significatif * K= n - 2
 A=0,01 Tth=0,392 hautement significatif ** K= 46
 A=0,001 Tth=0,464 très hautement significatif ***

Par ailleurs REEVES (1969) et BACHELIER (1978) ont constaté que les variations d'humidité déterminent les variations verticales de la faune, ainsi les Acariens remontent jusqu'à la litière en période humide. Les collemboles sont généralement plus hygrophiles et supportent moins la sécheresse que les acariens (DAJOZ, 1980). La même tendance est constatée chez les coléoptères adultes et les larves de diptères ($r = 0,570$ et $r = 0,391$). Bien que leur nombre soit assez réduit, les lombrics présentent une assez remarquable corrélation avec le pH.

($r = 0,373$). Selon BACHELIER (1978), les vers de terre semblent peu affectés par le pH, pour autant qu'il ne tombe pas en dessous de 4,4. Les coléoptères adultes et leurs larves sont également sensibles aux variations du pH ($r = 0,517$ et $r = 0,370$).

Contrairement aux hypothèses émises, la variation de la faune invertébrée semble peu affectée par le taux de matière organique. En effet, aucune relation significative n'a été observée pour ce paramètre au regard de son rôle important dans le sol notamment celui de source trophique vitale (BONNEAU et SOUCHIER, 1994).

CONCLUSION

Dans sa diversité écopédologique, la forêt de Yakouren comporte un important potentiel d'animaux du sol, très varié dans sa dimension qualitative; au moins 14 espèces appartenant aux catégories les plus répandues de la mésofaune et de la macrofaune ont été inventoriées. La plupart des classes appartenant à l'embranchement des arthropodes y figurent; ce sont notamment les myriapodes, les arachnides et les insectes. Cependant, parmi les deux groupes que comptent les annélides seuls les lombricidae y sont représentés.

Sur le plan quantitatif, les résultats sont similaires à ceux trouvés par SOUSSA et DA GAMA (1994) sous une forêt de chêne tempérée où le nombre de collemboles atteint 1762 ind.m².

C'est dans les forêts mixtes que le nombre d'individus toutes espèces confondues est le plus élevé et ce contrairement à l'écosystème prairie où les effectifs sont réduits de moitié environ.

L'analyse des données sur la répartition verticale de la faune montre que la tendance générale est à la diminution du nombre d'individus en profondeur. A l'exception de deux groupes représentés par les hyménoptères et les aranéides dont la préférence est donnée à la litière, la majorité de la faune se concentre dans les dix premiers centimètres du sol.

L'humidité du sol demeure le facteur essentiel ayant une influence directe sur la pullulation et le comportement de la faune du sol. Le pH neutre qui caractérise la prairie a favorisé l'abondance des lombrics et des coléoptères adultes tandis que les fortes acidités qui caractérisent les stations à chêne zeen sur pente ont eu une influence négative sur le nombre d'individus répertoriés.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARAB M.O., 1991.-** Etude de la faune des sols dans trois stations : Tala guilef, Yakouren et Cap-jinet. Mémoire D.E.S. Institut National d'Agronomie (T.O.) 59p.
- BACHELIER G. , 1978. -** La faune des sols, son écologie et son action. Ed. ORSTOM (paris), 391p.
- BERLESE A. et TULLGREN A., 1917.-** Zeitschr. angew. Entomologie. 4, p.149-150.
- BONNEAU M. et SOUCHIER B. , 1994.-** Constituants et propriétés du sol. 2ème édition, Ed. Masson. P. 195-197.
- BOUCHE M. B., 1972.-** Lombriciens de France, écologie et systématique. Ed. INRA (Paris) 571p.
- CHAUVEL A. et al., 1987.-** Importance et distribution des racines et des êtres vivants dans un « Latosol » argileux sous forêt amazonienne. Rev. Eco. Biol. Sol,24, 1, Ed. Gauthiers-villars, p.19-49.
- COINEAU Y., 1974.-** Introduction à l'étude des microarthropodes et de ses annexes. Ed. Doin-éditeurs, 117p.
- DAJOZ R., 1980.-** Ecologie des insectes forestiers., Ed. Gautiers-Villars 490p.
- DAVID J.F., 1987.-** Relation entre les peuplements de Diplopodes et les types d'humus en forêt. Rev. Biol. Ecol. Sol, Ed. Gautiers-Villars, 515-527.
- DEBOUTTEVILLE C. D. et al., 1969.-** La biologie des sols. Atome n° 267,(juillet-août), Ed. INRA p. 421-427.
- DICE L. R., 1952.-** Natural communities. Annal. Arbor. University Michigan Press.,XII, 547p.
- HEALY M. J. R., 1962.-** Some basic statistical technics in soil zoology. Ed. London, Butter-worths. p. 3-9.
- LAMOTTE M. et BOURLIERE F., 1978.-** Problèmes d'écologie : Ecosystèmes terrestres. Ed . Masson, 345p.

- MALDAGUE M.E., 1970.-** Rôle des animaux édaphiques dans la fertilité des sols forestiers. Publ. Inst. Nat. Et Agr. Congo (I.N.E.A.C.), Serv. Sci.,112; 245p.
- PESSON P., 1971.-** La vie dans les sols: Aspects nouveaux, études expérimentales. Ed. Gauthiers – Villars, 417p.
- PIHAN G. C., 1986.-** Les insectes. Ed. Collection verte, Masson, 160 p.
- REEVES R. M., 1969.-** Seasonal distribution of some forest soil Oribatide acarologie. (Proc. 2ème Int. Cong. Acarology), Akademia Kiado (Budapest), p. 23-30.
- SEIGUE A., 1985.-** la forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Ed. Maison neuve et La rose, p. 67- 97.
- SOUSA J. P. et DA GAMA M. M., 1994.-** Rupture in collembola community structure from a *Quercus rotundifolia* lamb. Forest due to reforestation with *Eucalyptus globulus* labill. Europ. Jour. Soil, Biology,30,2, Ed. Gauthier-Villars, p. 71-78.
- TOUTAIN F., 1987.-** Les litières sièges de systèmes interactifs et moteur de ses interactions. Rev. Biol. Ecol. Sol, Ed, Gauthier-Villars, 231- 243.

**CAPITALISER ET VALORISER LES RESULTATS DE LA
RECHERCHE AGRICOLE A TRAVERS LA MISE EN PLACE
D'UN SYSTEME NATIONAL D'INFORMATION.
L'EXEMPLE DU RESEAU ALGERIEN DE
DOCUMENTATION AGRICOLE, RADA.**

ISSOLAH R. ¹ et GIOVANNETTI J. F. ²

RESUME

Quatre établissements clés du secteur de l'enseignement supérieur et de la recherche agronomique ont créé en 1992 le Réseau Algérien de Documentation Agricole, RADA. Cette initiative institutionnelle a reçu un soutien significatif dans le cadre d'un projet de coopération bilatéral franco-algérien et dans le cadre d'appuis complémentaires de l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF). Elle a reçu très rapidement un soutien des Autorités algériennes qui a permis de donner au projet, une dimension nationale qui peut dépasser le périmètre des seules institutions impliquées. Les établissements fondateurs du réseau ont d'abord informatisé leurs fonds documentaires sur le logiciel de l'UNESCO, micro cds/isis. Dans un souci ultérieur de partage de ressources, ces bases de données locales ont ensuite été fusionnées sur un Système de gestion de bases de données relationnelles, LORIS, fonctionnant sous une plateforme UNIX et Oracle, offrant un module de saisie à distance et un moteur de recherche sur le web. Aujourd'hui, ce système d'information bibliographique évolue pour offrir des produits d'information innovants, notamment : la mise en place d'une chaîne d'édition numérique pour la production scientifique nationale et la création d'une base de données sur l'expertise nationale. A travers ce type d'outils, on souhaite jeter les fondements d'un futur observatoire, destiné à produire des indicateurs pour mieux valoriser, évaluer et faire évoluer la recherche scientifique. Les premiers acquis permettant d'envisager une coopération sous-régionale sont également en train de se mettre en place.

Mots clé : Algérie, recherche agricole, enseignement agricole, documentation, réseau documentaire, informatisation, catalogue collectif, numérisation, coopération bilatérale, coopération multilatérale, francophonie.

¹ Maître de conférence, chef de département documentation et information.
Institut National Agronomique, 16 200, Alger. rosa_iss@yahoo.fr

² Global Forum on Agricultural Research, GFAR, ICM senior expert,
jeanfrancois.giovanetti@fao.org

S U M M A R Y

Four main Algerian Institutions in charge of higher education, research and training in agriculture launched in 1992 the Algerian Network for Agricultural Documentation (*Réseau Algérien de Documentation Agricole, RADA*). This initiative was, at its inception, supported through a specific project funded by France, and by other complementary resources brought by the Agency for French Speaking Universities (*AUF*). The Algerian Authorities came very quickly on board of this initiative in order to give it a real national coverage, beyond the core institutions. The core institutions firstly started to computerise all the documentation produced by their researchers and students as well as their own holdings, by using the UNESCO software micro-cds/isis. In order to be able to further share their data and enable a remote access, they merged their files into a common database managed through LORIS, a specific software using Oracle and UNIX. A remote data entry and data search is now available, and the main challenge is to scale out the RADA system to other institutions at a national level. Complementary developments of the RADA system are now starting, such as a full text module focused on scientific documents produced in Algeria, and the launching of a relational database on national experts in the agricultural area. These developments are providing the baselines for a national tool to assess and monitor the agricultural research activities so that they can better fit with national Algerian development policies. They are also contributing the possibility of regional cooperation among the countries of North-Africa.

INTRODUCTION

Depuis les années 1980, l'Algérie a créé près d'une trentaine d'établissements d'enseignement supérieur en sciences agronomiques ou connexes. Cet énorme investissement s'insère dans une stratégie nationale de développement économique, il a donné naissance à une nouvelle cartographie du dispositif de la formation et de l'enseignement supérieur algérien. La création de ces nouveaux établissements a par ailleurs fondamentalement bouleversé le processus d'accès à l'information au niveau de la bibliothèque de l'Institut National Agronomique, unique fournisseur d'information scientifique agronomique, créé en 1905³. Pour assurer une formation d'ingénieurs agronomes de qualité, il était essentiel de concevoir un système d'information moderne, accessible à distance et garantissant le principe du partage à distance des ressources informationnelles disponibles.

C'est dans cette perspective que quatre établissements, l'Institut National Agronomique (INA), l'Institut de Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) et le Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides (CRSTRA), ont fondé, en 1992, le Réseau Algérien de Documentation Agricole (RADA).

Le présent article détaille les différentes phases de mise en place du RADA, et les principaux acquis de ce projet dans le contexte national de l'Algérie.

1.- INFORMATISATION DES MEMBRES FONDATEURS DU RADA : DEVELOPPEMENT D'UNE APPROCHE COLLABORATIVE

Durant sa phase de démarrage, entre 1992 et 1994, le RADA a été largement financé par les services de coopération de l'Ambassade de France en Algérie, dans le cadre d'un programme technique dont le Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD) a assuré la mise en place.

Ce programme a permis sur les trois premières années de :

- Doter les institutions du RADA en équipement informatique et d'organiser des séminaires de formation spécifique pour les professionnels de la documentation et de l'informatique pour tous les membres du RADA;
- Informatiser les centres de documentation des membres du réseau avec la création d'une base de données bibliographiques référençant la production scientifique des établissements, et d'une base de données particulière pour la documentation internationale, acquise par les différentes institutions;

³ Issolah Rosa. L'offre informationnelle agricole algérienne. Evaluer pour évoluer et s'adapter à un environnement en mutation. Thèse de doctorat en sciences de l'information et de la communication, Université Lumière Lyon II, 1998

- Créer une dynamique autour d'un processus de diffusion sélective de l'information aux équipes scientifiques des différents établissements à travers la fourniture d'information sur profils et l'acquisition de bases de données, d'ouvrages et de périodiques.

Sur un second programme triennal (1998-2000), un important travail de consolidation des bases de données documentaires a été effectué. En effet, initialement, les membres du RADA ont informatisé leurs bases de données bibliographiques sur le logiciel micro cds/isis, diffusé gratuitement par l'Unesco. Le reformatage des données saisies sous micro cds/isis a permis la migration des bases de données vers un système de gestion de bases de données relationnelles. Le système retenu a été le logiciel LORIS qui tourne sous Oracle, déployé sur une plate-forme Unix. Cette opération à la fois coûteuse et complexe a permis progressivement la fusion des bases de données de trois établissements (INA, INRAA et ITGC), et l'implémentation de cette base commune sur le serveur de l'INA dans le cadre du programme triennal qui a suivi. 34 000 références bibliographiques ont ainsi été saisies.

Lors de ce programme triennal 1998-2000, l'engagement de la partie algérienne fut très significatif. Au travers de l'Institut National Agronomique, point focal du RADA, l'Algérie a financé les composantes suivantes du programme :

- La mise en place d'un réseau physique sur le campus de l'INA, avec 3 km de fibre optique et 8 km de FTP, permettant un accès décentralisé à l'Internet et à l'Intranet du RADA grâce à des micro-ordinateurs interconnectés;
- La construction d'une nouvelle bibliothèque à l'INA. Avec une surface de 600 M² elle offre 250 places assises supplémentaires;
- L'abonnement à des revues scientifiques en texte intégral et à des bases de données sur cédéroms, initialement financées par la coopération française.

Ainsi, la coopération française qui avait financé la phase de démarrage du réseau, a pu concentrer son investissement sur le renforcement de la performance des logiciels de gestion des bases documentaires et sur la formation des professionnels du RADA à ces nouveaux outils logiciels. Le programme triennal 1998-2000 a donc permis d'implanter une solution technologique maîtrisée qui s'inscrit dans une logique de partage des ressources par les différents acteurs du RADA.

Dans le cadre du programme triennal 2003-2005, l'ensemble de ce dispositif a été enrichi par de nouveaux modules du logiciel LORIS. L'INA, point focal du réseau, bénéficie maintenant de :

- L'installation d'une plate forme complète de gestion de bibliothèque : abonnements, prêts et acquisitions d'ouvrages;
- L'augmentation du nombre de postes clients pour l'alimentation et la consultation de la base de données;

- L'acquisition du module de recherche OPAC, très demandé par les enseignants, les chercheurs et les étudiants.

A présent que l'accès au réseau Internet (<http://www.ina.dz>) est possible pour tous les départements pédagogiques et de recherche de l'INA ainsi que pour les établissements membres du RADA, de nouveaux équipements informatiques sont mis en place en ce début de l'année 2005, pour permettre un accès distant et pour un nombre d'utilisateurs illimité, à la base de données collective des membres fondateurs du RADA. Les conséquences de cette ouverture sont importantes : (i) au plan pédagogique, les utilisateurs vont s'approprier les technologies de l'information, à travers la plate forme d'information du RADA ; (ii) au plan stratégique et politique, cela va favoriser la démultiplication de la méthodologie du RADA au niveau d'autres établissements de formation et de recherche.

A travers cette évolution constante de la plate forme d'information mise en place dans le cadre du projet RADA, il est possible de tirer quelques enseignements, sur l'ensemble du processus.

Les principales leçons sont les suivantes :

(i) Le projet s'est développé à travers plusieurs programmes triennaux en raison des ressources financières limitées qui étaient effectivement disponibles, à la fois du côté national et du côté des partenaires. Ce qui a garanti la pérennité du RADA c'est son suivi permanent et son inscription dans un schéma directeur glissant établi sur une base triennale. Le choix des solutions technologiques ainsi que la définition des priorités se sont faits en fonction des besoins des acteurs du RADA et dans un réel cadre de concertation entre partenaires algériens et français du projet. Cette approche a imposé une planification rigoureuse et une étroite concertation entre partenaires.

(ii) La durée du projet donne par ailleurs une indication précieuse sur la durée incompressible de ce genre de programme qui vise dans un secteur donné à constituer une mémoire documentaire nationale, permettant de maîtriser ce qui est détenu par différents centres de ressources – qui détient quoi et où ? – mais aussi de pouvoir qualifier la production scientifique nationale – qui a fait quoi, où et quels sont les résultats ? – élément déterminant d'une politique de développement national. Le passage de la phase de production des données bibliographiques et la montée en charge des bases documentaires, à la phase de mise à disposition de ces ressources auprès des utilisateurs requiert à l'évidence un temps important.

(iii) Enfin, la colonne vertébrale du projet RADA a été la formation, composante qui a accompagné de façon pérenne les différentes phases des différents programmes triennaux. Cette formation a anticipé les déploiements technologiques qui se sont progressivement mis en place.

2.- EXTENSION DE LA METHODOLOGIE DU RADA AU PLAN NATIONAL, QUALIFIER ET PRIORISER LES BESOINS DES NOUVEAUX MEMBRES DU RESEAU

Le défi majeur consistera à engager à partir de 2005 l'extension du RADA au plan national, en intégrant de nouveaux membres au noyau actuel. Relever ce défi impose au préalable une qualification de la situation des différents acteurs, actuellement encore en dehors du RADA

Une enquête réalisée ⁴ auprès d'une trentaine de bibliothèques agronomiques, révélait que seulement 35 % avait entamé l'informatisation de leurs fonds documentaires, informatisation achevée dans seulement 15 % des cas. Une étude ⁵ réalisée par ailleurs auprès de chercheurs montre que 81% ne sont pas satisfaits par la dominance de l'imprimé comme support d'information, mais qu'ils utilisent les technologies de l'information et de la communication dans des proportions très limitées : Internet 9%, bases de données 11%, veille scientifique 0%. Leurs attentes sont très orientées sur ces technologies de l'information, et 67% classent la mise à jour de leur information scientifique comme premier critère de satisfaction et 91% souhaitent utiliser Internet et les bases de données.

Durant l'année 2004 ⁶ nous avons réalisé une seconde enquête, au niveau de 33 établissements du « Grand Alger » ⁷, représentant des établissements très différentes, dont une douzaine du secteur agricole : bibliothèques universitaires, centres de recherche et entreprises privées. Les sources informationnelles électroniques sont inexistantes dans près de la moitié (48%) de ces établissements, 36% n'ont pas du tout entamé l'informatisation de leurs catalogues et 70% n'ont pas informatisé leur gestion documentaire. L'accès au réseau Internet demeure très insuffisant et 61% des structures documentaires n'y ont pas accès. Ces résultats sont inattendus, compte tenu des gros efforts déployés par l'Algérie pour favoriser et encourager la connexion au réseau Internet

Parmi les 70% des structures documentaires qui n'ont pas du tout informatisé leur gestion, figurent 12 bibliothèques universitaires sur les 18 ayant participé à l'enquête. La gestion informatisée étant une condition pour la performance de plusieurs services très sensibles (prêts, acquisitions,

⁴ Issolah Rosa. L'offre informationnelle agricole algérienne. Evaluer pour évoluer et s'adapter à un environnement en mutation. Thèse de doctorat en sciences de l'information et de la communication, Université Lumière Lyon II, 1998

⁵ Anseur O. Usages et besoins informationnels des chercheurs du secteur agricole algérien. Mémoire de Magister, Université d'Alger, faculté des sciences humaines, département de bibliothéconomie, 2002

⁶ Amrar N. Les nouveaux métiers de l'information. Les besoins de formation en Algérie. Mémoire de Magister, université d'Alger, faculté des sciences humaines, département de bibliothéconomie, 2005.

⁷ Villes d'Alger, Boumerdès et Blida.

abonnements) au niveau des bibliothèques universitaires, on imagine aisément la qualité de l'accueil des étudiants dans les grandes bibliothèques qui n'ont informatisé ni leurs catalogues ni leur service de prêt.

A l'heure où l'utilisateur veut disposer du contenu de l'information en ligne et non plus seulement d'un catalogue, fut-il informatisé, le taux de 38% de bibliothèques universitaires qui n'ont pas encore achevé ou pas entamé du tout l'informatisation de leurs catalogues est trop élevé, par rapport au plan de développement du ministère de l'enseignement supérieur qui encourage au maximum l'introduction des nouvelles technologies de l'information et de la communication.

Le manque de personnels qualifiés est l'élément déterminant de cette situation. Selon cette même enquête réalisée en 2004, seulement 14 parmi les 406 personnes recensées au niveau des 33 établissements exercent des fonctions d'informaticien, plus de la moitié des ressources humaines est affectée aux fonctions bibliothéconomiques classiques ; seulement 5 personnes dans tout le dispositif ont une fonction dédiée à plein temps à la gestion des bases de données documentaires.

Face à ce manque de personnels spécialisés dans les technologies de l'information et de la communication, la formation continue aurait pu compenser le manque de personnels qualifiés. Cependant, l'analyse des questionnaires renseignés par une centaine de personnes de niveau universitaire ou équivalent, révèle une absence presque totale de plans de formation des personnels en poste.

Sur les 33 établissements de l'étude, 17 établissements n'ont assuré aucun stage à leur personnel, et 8 établissements n'ont assuré qu'un seul stage. Le nombre total de stages de formation offerts par les 33 établissements s'élève au total à 68 stages. Ce chiffre est d'autant plus faible que 43 de ces stages ont été réalisés dans le cadre du projet RADA.

En d'autres termes, le projet RADA a assuré 63% de l'ensemble du programme de formation continue organisé au niveau de tous les établissements concernés par cette enquête.

La formation apparaît donc comme l'axe prioritaire pour le développement du RADA à l'échelle nationale. Les savoir-faire capitalisés par les professionnels de l'information de l'INA et des autres membres du RADA notamment à travers les stages réalisés au CIRAD dans les différents programmes triennaux, sont aujourd'hui transférables vers une trentaine de bibliothèques spécialisées en agronomie. L'appui de l'INA aux bibliothèques, de création récente, est envisageable sous forme d'ateliers de formation et de missions d'appui sur les sites universitaires.

En intégrant le RADA, les établissements d'enseignement supérieur pourront ainsi informatiser leurs fonds documentaires en bénéficiant de l'appui des formateurs en information et informatique présents à l'INA.

Cela permettra de :

- (i) Réduire le décalage entre les membres fondateurs du RADA et les nouveaux membres en termes d'informatisation de leurs ressources informationnelles ;
- (ii) Assurer la cohésion des catalogues de bibliothèques du RADA en choisissant une méthodologie commune;
- (iii) Favoriser la circulation de l'information, avec la disponibilité des catalogues de toutes les bibliothèques en ligne.

3.- EXTENSION DE LA METHODOLOGIE DU RADA AU PLAN NATIONAL, DEVELOPPER LES FONCTIONNALITES DU RESEAU

La production scientifique algérienne reste très dispersée en raison des cloisonnements institutionnels. Selon une étude ⁸ réalisée dans plusieurs centres de recherche du secteur agricole, 86% des chercheurs algériens considèrent que la production scientifique nationale est quasiment inaccessible, faute de recensement suffisant et faute de possibilité d'accès au document lui même. L'insuffisance d'outils de signalement de la production intellectuelle nationale est vécue comme une forte contrainte par les chercheurs algériens; 92% expriment leur difficulté à identifier la production scientifique du système national de recherche agricole (voir tableau ci-dessous).

Accès à la production scientifique nationale	Très facile	Facile	Relativement difficile	Très difficile
Pourcentage	2	6	52	40

Par rapport à ces besoins d'accès et de valorisation de la production des chercheurs (publications, communications, thèses, rapports, etc.) l'objectif pour l'INA, l'INRAA et l'ITGC, membres fondateurs du RADA, est de déployer des solutions associant à leurs bases de données bibliographiques, les contenus en texte intégral des documents référencés. Les membres fondateurs du RADA, ont donc réalisé, avec l'assistance du CIRAD, les cahiers de charges fonctionnelles de la bibliothèque virtuelle du réseau. Le démarrage de la phase

⁸ Anseur Ouardia. Usages et besoins informationnels des chercheurs du secteur agricole algérien. Mémoire de Magister, Université d'Alger, faculté des sciences humaines, département de bibliothéconomie, 2002.

de production du document numérique est prévu en début de l'année 2005. On évoluera ainsi d'une simple base de données bibliographique gérée sous LORIS, vers une base de données en texte intégral. Ce qui permettra : (i) d'offrir une meilleure visibilité de la production scientifique du secteur; (ii) de juguler le phénomène actuel des flux très importants d'utilisateurs qui se déplacent en permanence notamment vers l'INA, pour consulter dans ses bibliothèques, les thèses et autres travaux de chercheurs. La production et le traitement de l'information électronique nécessitent l'acquisition d'outils permettant de produire des données structurées dans la grammaire XML. Suite à un travail d'analyse et d'évaluation des outils de numérisation disponibles, les membres fondateurs du RADA, en concertation avec les spécialistes du Cirad, ont fait le choix d'installer la plate forme Cyberdocs-Cyberthèses (<http://sourcesup.cru.fr/cybertheses>). Celle-ci permet de structurer des documents issus de traitements de texte et de les publier sur Internet. Elle est aujourd'hui principalement utilisée comme nouvelle plate-forme de traitement et de diffusion des thèses dans le cadre du projet Cyberthèses, un programme francophone d'archivage et de diffusion électronique des thèses, qui regroupe de nombreuses institutions francophones à travers le monde. Le site collaboratif de la plate-forme Cyberdocs, entièrement composée de logiciels libres, est développé avec l'aide et le soutien du CRU (Comité Réseau des Universités) (<http://www.cru.fr>). Ce site est destiné à l'évolution et à l'amélioration de l'ensemble des outils qui constituent la plate-forme : de la chaîne de production au système de diffusion et d'indexation de documents structurés.

Par ailleurs, la création d'une base de données relationnelles identifiant et localisant les experts algériens, leurs activités, leurs publications a été identifiée par les membres du RADA comme un objectif important, répondant à un double besoin : (i) savoir qui est qui ? En identifiant des pôles de compétences dans un secteur donné; (ii) savoir qui fait quoi ? En adoptant une solution technologique permettant de faire des liens entre la base de données des ressources humaines et celle des travaux scientifiques en texte intégral.

A travers ce type d'outils, on commence véritablement à mettre en place les fondements d'un futur observatoire, destiné à produire des indicateurs de valorisation et de pilotage de la recherche scientifique.

A l'inverse du projet de numérisation Cybertheses-Cyberdocs qui rentre dans sa phase de production, celui de la base de données sur les experts nationaux est en phase de conception et de formulation du cahier des charges fonctionnelles. Ce travail de conception tient compte de la complexité de l'agencement de plusieurs bases de données relationnelles, et également de la spécificité des besoins des établissements concernés.

Il est entendu que l'ensemble de ces cahiers de charge sont soumis à la validation par les décideurs des établissements, avant le passage à la phase de montage de la base de données, sur une plate forme qui fait actuellement l'objet d'un travail de veille et d'analyse des outils disponibles.

Les trois opérations de constitution d'une base de données en texte intégral des travaux scientifiques nationaux, d'une base de données d'expertise sectorielle et de catalogues informatisés d'une trentaine de bibliothèques spécialisées, visent l'émergence d'une nouvelle génération de produits, dont la mise en ligne sur Internet se fera par un site portail du secteur agricole algérien.

Jumelé au programme actuel du Ministère de l'enseignement supérieur de l'Algérie qui soutient la connexion de l'ensemble des établissements au réseau Internet, ce projet de coopération permettra à l'ensemble du secteur agricole algérien un accès à la fois (i) à l'ensemble des ressources d'information nationales (publications en texte intégral, catalogages de bibliothèques, pôles d'expertise nationale) mais aussi (ii) aux réseaux internationaux d'information.

CONCLUSION

Les membres du RADA ont défini et mis en place une démarche méthodologique de construction d'un réseau d'information intégré dans le secteur de la recherche agricole algérienne. L'ouverture du réseau à de nouveaux partenaires qui commence en 2005, devrait permettre de partager les accès aux fonds documentaires des établissements d'enseignement et de recherche sur une base nationale. Enrichir les bases de données bibliographiques en permettant l'accès au texte intégral constitue un des points essentiels du renforcement des fonctionnalités du RADA, d'autant qu'il sera couplé à une base de données sur l'expertise. Au plan national, cette action se décline comme une offre très attendue par l'ensemble de la communauté universitaire. Au plan international, elle confèrera à l'Algérie une visibilité indispensable dans un monde globalisé.

L'interconnexion de ces projets, associant la création d'une mémoire nationale et l'ouverture sur les réseaux internationaux d'information, soutenue par l'extension de la méthodologie du RADA à l'échelle nationale doit permettre à l'Algérie d'atteindre une nouvelle étape : celle de la co-production et du partage des savoirs entre les membres de la communauté scientifique nationale, régionale et mondiale.

En outre, cette démarche a permis au RADA de mobiliser d'autres partenariats qui viennent l'enrichir et garantir sa pérennité. Le RADA participe ainsi au consortium de presse électronique en agronomie, financé par l'Agence Universitaire de la Francophonie (AUF), (http://ressources.iamm.fr/udet/udet2000/udet2000/ressources/ln/charte_cpe.pdf) au programme PAR (programme d'appui régional), coordonné par le Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes CIHEAM et financé par l'Union Européenne, visant la création d'une université virtuelle agronomique (UVA), au projet « Transfer » de formation de formateurs, développé par l'AUF (<http://www.auf.org/auf>). Actuellement, c'est en collaboration avec l'université Lumière de Lyon 2, que se met en place la chaîne de l'édition numérique.

Enfin, dans le cadre de la recherche en sciences de l'information et de la communication, le projet RADA et ses applications deviennent une plate forme technologique d'appui à des travaux académiques : réalisation d'une thèse de doctorat, de trois mémoires de magister, de publications scientifiques.

REFERENCES DES PRINCIPAUX DOCUMENTS UTILISES DANS CET ARTICLE

- AMRAR N., 2005.-** Les nouveaux métiers de l'information. Les besoins de formation en Algérie. Mémoire de Magister, Université d'Alger, faculté des sciences humaines, département de bibliothéconomie, Dir. R. Issolah.
- ANSEUR O., 2002.-** Usages et besoins informationnels du chercheur dans le secteur agricole algérien. Mémoire de magister, Université d'Alger, faculté des sciences humaines, département de bibliothéconomie, Dir. R. Issolah, J.F. Giovannetti.
- BERNAOUI R., 2004.-** La base de données Babina du RADA, un outil d'évaluation de la production scientifique de L'Institut National Agronomique. Mémoire de magister, Université d'Alger, faculté des sciences humaines, département de bibliothéconomie, Dir. R. Issolah, J.F. Giovannetti.
- CHABIN M. A., 2004.-** Archivage et pérennisation. Document numérique, vol. 8, n. 2.
- DELOULE F. et al. , 2004.-** Gestion collaborative et capitalisation des idées émergentes en innovation. Coopération et organisation numériques. Document numérique, vol. 8, n. 1.
- EYNARD B., MATTA N. , 2004.-** Coopération et organisation numériques. Document numérique, vol. 8, n. 1.
- GIOVANNETTI J.F., ISSOLAH R., BODART M.G., 1996.-** L'information scientifique et technique : un outil de coopération. L'exemple du partenariat entre le CIRAD et les établissements d'enseignement supérieur et de recherche agronomique et vétérinaire d'Algérie et du Maroc. Actes du Colloque Maroc. Rabat, 20 - 21 mars 1996.
- ISSOLAH R., 1998.-** L'offre informationnelle agricole algérienne. Evaluer pour évoluer et s'adapter à un environnement en mutation. Thèse de doctorat en sciences de l'information et de la communication, Université Lumière Lyon II.
- Annales de l'Institut National Agronomique - El-Harrach -, Vol. 25, N°1 et 2, 2004 79
- ISSOLAH R., GIOVANNETTI J.F., 2001.-** The algerian agricultural information and documentation system : how does it support national research and training. International journal of information management, n° 21.

ISSOLAH R., GIOVANNETTI J.F. , 1999.- Evaluation de l'offre informationnelle dans le secteur agricole algérien. Annales de l'Institut National Agronomique El Harrach, Vol.20, n° 1 et 2.

ISSOLAH R., GIOVANNETTI J.F. , 1998. Le réseau algérien de documentation agricole (RADA). Annales de l'Institut National Agronomique El Harrach, Vol.19, n° 1 et 2.

Remerciements

Cet article donne les résultats du projet RADA (Réseau Algérien de Documentation Agricole) qui a bénéficié d'un important programme de coopération entre l'Algérie et la France. Nous remercions vivement tous les acteurs algériens et les partenaires de la coopération française qui ont contribué à sa mise en place.

**INFLUENCE DE L'EQUILIBRE HORMONAL SUR LA
CALLOGENESE ET L'INITIATION DE L'EMBRYOGENESE
SOMATIQUE CHEZ LE PALMIER DATTIER
(*Phoenix dactylifera* L.) : VARIETE DEGLET NOUR**

KHELIFI L., KHELIFI-SLAOUI M., MORSLI A. et OURDANI L.
L-RGB, Institut National Agronomique, EL Harrach, Alger.
khelifi@wissal.dz

RESUME

Des fragments de cœurs de rejets de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) Deglet nour ont été utilisés pour étudier l'effet de la balance hormonale (auxine/cytokinine) sur leurs aptitudes à la callogenèse et à l'embryogenèse somatique. Les résultats obtenus montrent que la réactivité des explants dépend directement du facteur étudié (balance hormonale). Le pourcentage de callogenèse le plus élevé (25 %) a été enregistré sur le milieu T 12 (2,4-D/KIN+BAP =100/ 2+0.5). Dans ces conditions, la croissance des cals se fait lentement et atteint après neuf mois de culture 139.5 et 115 mm² sur les milieux T10 (100/1 + 0.5) et T8 (100 / 0.5 + 1.5). En outre, seuls les cals blancs translucides obtenus sur les milieux T9 (100/0.5+2), T10, T11(100/1.5+0.5) et T12 ont développé des nodules puis des embryoïdes après passage sur milieu de maturation (sans hormones de croissance, enrichie en saccharose et appauvri en charbon actif). Le nombre moyen d'embryoïdes par cal varie de 6.5 à 8.

Mots clés : Callogenèse - Deglet nour - Embryons somatiques - Palmier dattier - *Phoenix dactylifera* L.

S U M M A R Y

Different hormonal balances (auxine/cytokinine) were used to study there effects on the aptitudes for callogenesis and somatic embryogenesis of Tissue fragments of date palm (*Phoenix dactylifera* L. var. Deglet nour). The results show that the reactivity of explants depends directly on hormonal balances. The highest percentage of callogenesis (25 %) was recorded on the medium (100 mg/l of 2,4-D, 2 mg/l of KIN and 0.5 m/l of BAP). In these conditions, the callus growth slowly and reaches after nine months of culture 139.5 and 115 mm² on the mediums T10 (100/1 + 0.5) and T8 (100/0.5 + 1.5). Moreover, only the translucent white callus obtained on the mediums T9 (100/0.5+2), T10, T11(100/1.5+0.5) and T12 developed nodules then embryoïdes after passage on medium of maturation (growth hormones free, plus sucrose and activated charcoal). The average number of embryoïdes per callus varies from 6.5 to 8.

Key words : Callogenesis - Deglet nour - Date palm - *Phoenix dactylifera* L. - somatic Embryos

م ا ل خ ص

تناول هذا البحث دراسة تأثير الميزان الهرموني (auxine/cytokinine) على قابلية أنسجة نخيل البلح، صنف دقلة نور، للتكلس و تكوين الأجنة الجسدية. بينت النتائج المتحصل عليها بأن تفاعلية الأنسجة تتأثر مباشرة بالميزان الهرموني المستعمل، و بالتالي فإن أحسن النتائج من حيث نسبة التأكلس، 25 %، قد تم الحصول عليها مع الوسط T 12. أما من حيث حجم الكالوسات فإن الميزانين T 10 و T8 هما الأكثر ملاءمة، و من جهة أخرى فإن الكالوسات اللزجة و الشفافة هي الوحيدة التي يمكنها التطور إلى عقد ثم شبه أجنة جسدية بعد تحويل الكالوسات إلى وسط خال تماما من الهرمونات و الفحم و لكن مشبع بالسكر، ففي هذه الظروف يمكن لكل كالوس اعطاء ما بين 6.5 و 8 شبه أجنة.

كلمات المفتاح : تأكلس، دقلة نور، نخيل البلح، أجنة جسدية.

INTRODUCTION

Le palmier dattier constitue l'élément fondamental de l'écosystème oasien où il joue un rôle économique primordial, grâce à la production de la datte et de différents sous-produits (pâte, farine, sirop, vinaigre, levure, alcool, confiserie...) qui sont à la base de l'alimentation humaine et animale dans les régions sahariennes. En outre, il assure sur le plan social la stabilité des populations qui vivent dans ces régions, et dont le nombre est estimé en Algérie à 2.2 millions d'habitants (Ministère de l'agriculture, 1994).

La culture du palmier se heurte malheureusement à de graves problèmes tant au niveau de l'extension de la palmeraie, qu'au niveau de la qualité et de la disponibilité du matériel végétal de multiplication. Le problème phytosanitaire est considéré comme la première contrainte qui freine considérablement le développement de cette culture. La plus redoutable maladie qu'est la fusariose (ou Bayoud, causée par *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*) cause d'énormes dégâts. Ce fléau a déjà détruit 2/3 de la palmeraie Marocaine en un siècle. Il est en train de gagner du terrain en Algérie et menace les palmeraies Tunisiennes (LOUVET et TOUTAIN, 1973 ; DJERBI, 1988).

Différents moyens de lutte ont été utilisés afin de protéger cette plante et d'assurer son développement normal : pratiques culturales, techniques de luttés biologique, chimique ou intégrée. Ces moyens restent cependant encore peu efficaces vis-à-vis du pathogène. La lutte génétique, qui consiste en l'utilisation de variétés résistantes, reste le moyen de lutte le moins astreignant, le plus économique et le moins polluant (MESSIAEM, 1981).

Le développement de la phoéniculture dépend également de la levée de plusieurs contraintes dont les principales sont la sécheresse, la salinité, la désertification et l'érosion génétique. Le vieillissement des palmeraies est une autre contrainte non négligeable puisque 30 % des palmiers en Algérie ont dépassé l'âge de production (MESSAR, 1996) d'où la nécessité d'un rajeunissement urgent des palmeraies.

La multiplication sexuée de cet arbre produit des descendants hétérogènes (francs) composés de plants mâles et femelles indiscernables avant la floraison. La multiplication de variétés et clones intéressants (qualités agronomiques et technologiques et résistance aux maladies) peut se faire par la récupération et plantation de rejets (Djebbars). Ce mode de propagation reste cependant limité à cause du nombre restreint de rejets émis par palmier. Si on ajoute l'aspect sélection d'arbre de qualité, le nombre de rejets sera encore beaucoup plus réduit, d'où la nécessité de recourir aux techniques modernes de multiplication. En effet, l'utilisation de l'outil biotechnologique fondé sur les techniques de culture de tissus constitue sans doute le moyen le plus prometteur pour la reconstitution des palmeraies. Les travaux de recherche pour la maîtrise des techniques de propagation du palmier dattier « in vitro » ont été initiés vers la fin des années 60. Ils sont basés essentiellement sur le

développement de l'organogenèse et l'embryogenèse somatique (AIT- CHITT, 1989 ; EL HADRAMI *et al.*, 1998).

L'embryogenèse somatique offre des potentialités et des applications énormes : rapidité, facilité d'utilisation ainsi qu'un taux de multiplication très élevé en comparaison avec l'organogenèse. Elle constitue par conséquent, une méthode fiable d'obtention rapide et en grand nombre de plants de palmier dattier de qualité (CHEIKH, ZAID et AIT-CHITT, 1989). En outre cette technique a montré à travers les expériences menées aux Emirats Arabes Unis (ZAID, 2002), que le taux de plants non conformes à l'âge de la production ne dépasse pas 1%. Ce pourcentage reste inférieur au seuil de tolérance statistique de 5%.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail pour lequel la voie de l'embryogenèse somatique a été adoptée. Pour ce faire, deux objectifs immédiats ont été fixés:

- Etude de l'effet de différentes concentrations d'auxine (2,4-D = Acide dichlorophénoxyacétique) et de cytokinines (KIN = Kinétine et BAP = Benzyladénine) sur l'induction de la callogenèse sur des fragments de cœur de rejets de la variété Deglet noir.
- Induction de l'embryogenèse somatique sur les cals obtenus.

MATERIEL ET METHODES

1.- Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé pour réaliser ce travail est prélevé au niveau d'un verger phoenicicole situé à EL Oued, (Daira de Débila, Commune de HASSANI ABDELKRIM, circonscription de Sahn El Marchoume). Il s'agit de trois rejets poussant à la base de palmiers femelles de la variété Deglet Nour. Ces rejets sont âgés de 2 à 4 ans et d'un poids moyen de 3 kg.

2.- Milieux de culture

▪ Milieu de culture de base

Le milieu MS (MURASHIGE et SKOOG, 1962) est utilisé pour la majorité des travaux « in vitro » sur le palmier dattier et en particulier pour l'induction de la callogenèse (REUVENI et KIPNIS, 1974 ; REYNOLDS et MURASHIGE, 1979 ; TISSERAT, 1979 ; DAIKH et DEMARLY, 1987 ; SAKA et ABED, 1989 ; EL HADRAMI *et al.*, 1998). Il a donc été adopté comme milieu de culture de base avec quelques modifications :

- diminution de la concentration de nitrate d'ammonium (NH_4NO_3) de 1650mg/l à 200 mg/l conformément aux travaux de TISSERAT (1979) pour éviter le phénomène de vitrification des tissus.

- Addition de 100mg/l de KH_2PO_4 et de 170 mg/l NaH_2PO_4 (TISSERAT, 1979) pour une améliorer la réactivité des tissus.
- addition du saccharose (45 g/l), du charbon (3 g/l) actif et de l'agar (8 g/l) (SAKA, 1997).

▪ Balances hormonales utilisés

La plupart des travaux relatifs à l'induction de cals embryogènes à partir de différents tissus de palmier dattier rapportent l'utilisation de fortes concentrations de 2,4-D, de l'ordre de 100 mg/l (REYNOLDS et MURASHIGE, 1979 ; TISSERAT, 1979 ; DAGUIN et LETOUZE, 1989), plusieurs auxines comme l'ANA (Acide naphthalène acétique) et l'AIA (Acide indole acétique) (RHISS *et al.*, 1979) et de cytokinines comme la KIN (kinétine), la BAP (Benzyladénine) et la 2ip (Isopentyl-pyridone) (DAIKH et DEMARLY, 1987 ; BOUGUEDOURA, 1991).

Ainsi, douze combinaisons hormonales ont été utilisées avec des rapports différents d'auxine (2,4-D) et de cytokinines (BAP et KIN). Les rapports sont toujours en faveur de l'auxine (Tableau 1).

L'induction de l'embryogenèse somatique se fait généralement dans des milieux dépourvus d'hormones ou bien ne contenant que des concentrations très faibles (ZAID et TISSERAT, 1983). SAKA (1997), préconise le même milieu de base (MS, 1962 modifié), sans hormones de croissance mais enrichi en saccharose (60g/l) et appauvri en charbon actif (0.2 g/l au lieu de 3 g/l) pour induire l'embryogenèse somatique. Cette étape intervient après la formation des cals c'est-à-dire après neuf mois de culture.

Tableau 1 : Combinaisons hormonales utilisées

Milieux	Régulateurs de croissance (mg/l)			Rapport (2,4-D/(BAP+KIN))
	2,4-D	KIN	BAP	
T1	10	0.5	0.5	10 (50% BAP, 50% Kin)
T2	20	0.5	0.5	20 (50% BAP, 50% Kin)
T3	40	0.5	0.5	40 (50% BAP, 50% Kin)
T4	60	0.5	0.5	60 (50% BAP, 50% Kin)
T5	80	0.5	0.5	80 (50% BAP, 50% Kin)
T6	100	0.5	0.5	100 (50% BAP, 50% Kin)
T7	100	0.5		66.6 (66% BAP, 33% Kin)
T8	100	0.5		50 (75% BAP, 25% Kin)
T9	100	0.5		40 (80% BAP, 20% Kin)
T10	100		0.5	66.6 (33% BAP, 66% Kin)
T11	100		0.5	50 (25% BAP, 75% Kin)
T12	100		0.5	40 (20% BAP, 80% Kin)

Les milieux sont répartis dans des Erlenns meyers à raison de 100 ml après avoir ajusté leur pH à 5.7 à l'aide de NaOH ou HCl (0.1N). Les régulateurs de croissance, le charbon actif végétal (3g/l) et l'agar (8g/l) sont ensuite additionnées aux milieux après leur répartition dans les récipients. Leur stérilisation est ensuite réalisée par autoclavage à 120°C pendant 20 minutes.

3.- Désinfection du matériel végétal

Les rejets sont tout d'abord débarrassés de leurs palmes pour dégager soigneusement leurs cœurs. Ces derniers sont alors découpés en fragments d'environ 5 cm et désinfectés sous la hotte à flux laminaire stérile selon la démarche suivante :

- Immersion dans une solution de MERCRYL LAURYLE (Mercurbutol) pur pendant 5 minutes suivie de trois cycles d'agitation puis rinçage dans de l'eau distillée stérile.
- Immersion dans une solution fongicide (BENOMYL : 4g/l) pendant 15 minutes, suivie de trois cycles d'agitation puis rinçage dans de l'eau distillée stérile.
- Immersion dans une solution d'hypochlorite de sodium (12°) + permanganate de potassium (300mg/l) pendant 20 minutes, suivie de trois cycles de rinçage dans de l'eau distillée stérile.

Les cœurs sont par la suite découpés, dans des boîtes de pétri préalablement stérilisées (garnies de papier buvard), en petits fragments de 0.5 à 0.8 cm. Afin d'éviter le brunissement des tissus, les explants sont plongés, conformément aux travaux de TISSERAT(1979), dans une solution d'antioxydant à base d'acide citrique (150 mg/l) et d'acide ascorbique (100mg/l). Par la suite, les explants sont de nouveau plongés dans une solution d'hypochlorite de sodium (eau Javel 12° chlorométrique) pendant 15 minutes puis rincés 3 fois à l'eau distillée stérile.

4.- Conditions physiques de culture

Les boîtes ensemencées d'explants sont placées dans un incubateur, dans l'obscurité totale durant toute la phase de culture et à une température de 25°C. Le transfert des explants sur des milieux frais est réalisé toutes les quatre semaines. Le premier repiquage est effectué 10 jours après la mise en culture. Afin d'induire l'embryogenèse somatique, les cultures seront placées dans un phytotron à une température de 24°C et sous une photopériode de 16h..

5.- Observations et analyses

Les paramètres suivants sont pris en considération, pour l'évaluation de l'effet de chaque milieu de culture :

- Pourcentage de contamination des cultures.
- Taux de réactivité des explants.
- Surface moyenne des cals (mm²).
- Couleurs et textures des cals.
- Nombre moyen d'embryoïdes (tous stades confondus) par cal.

L'analyse statistique consiste en une ANOVA, complétée par le test de la pds en cas de signification du test.

RESULTATS

1.- Evolution des contaminations en fonction des repiquages

Les contaminations observées sont dans la majorité des cas d'origine endogène. Elles sont de deux types, fongiques et bactériennes. Ces dernières sont prédominantes.

Après un mois de culture, le taux de contaminations moyen (tous milieux confondus) est de 23.07 %. La figure 1 illustre l'évolution du pourcentage de contaminations dans le temps et en fonction des repiquages. Les résultats montrent que le pourcentages de contaminations le plus élevés coïncide avec la phase chaude de l'année (juillet – août : 3^{ème} repiquage) où il atteint environ 55% des explants en culture. Il chute par la suite pour atteindre au septième repiquage 18% (figure 1).

2.- Réactivité des explants

La réactivité des explants diffère d'un traitement à un autre. Certains explants ont manifesté, en plus des contaminations, un problème de brunissement ayant entraîné l'inhibition de leur croissance puis leur dégénérescence. Ce phénomène est observé malgré le respect de la fréquence des repiquages sur milieux frais. Les explants des milieux T1, T2, T3, T4 n'ont pas du tout réagis, et ce, même après une année de culture. Par contre, les explants cultivés sur les milieux T5 à T12 ont montré un gonflement des tissus après seulement trois à quatre mois de culture.. Les proliférations cellulaires apparaissent, dans la majorité des cas, d'abord au niveau des points de section des explants favorisant l'émergence de minicals à peine visibles à l'oeil nu. Après cinq mois de culture ces mêmes explants montrent le début d'une callogenèse réelle. Les cals prennent ensuite de

l'ampleur au cours des semaines suivantes et s'étendent peu à peu pour couvrir l'ensemble de l'explant (planche 1).

La figure 2 illustre les pourcentages de callogenèse obtenus pour les milieux T5 à T12 après neuf mois de culture. Les meilleurs pourcentages, 20 % et 25 %, sont obtenus respectivement sur les milieux T5 et T12 : avec les plus fortes concentrations de 2,4-D en présence de BAP et KIN, à égales concentrations (T5) mais surtout lorsque la concentration de KIN = 4 fois celle de BAP (T12)

$$T5 = \frac{[2,4 - D]}{[BAP] + [KIN]} = \frac{80}{0.5 + 0.5} = 80$$

$$T12 = \frac{[2,4 - D]}{[BAP] + [KIN]} = \frac{100}{0.5 + 2.0} = 40$$

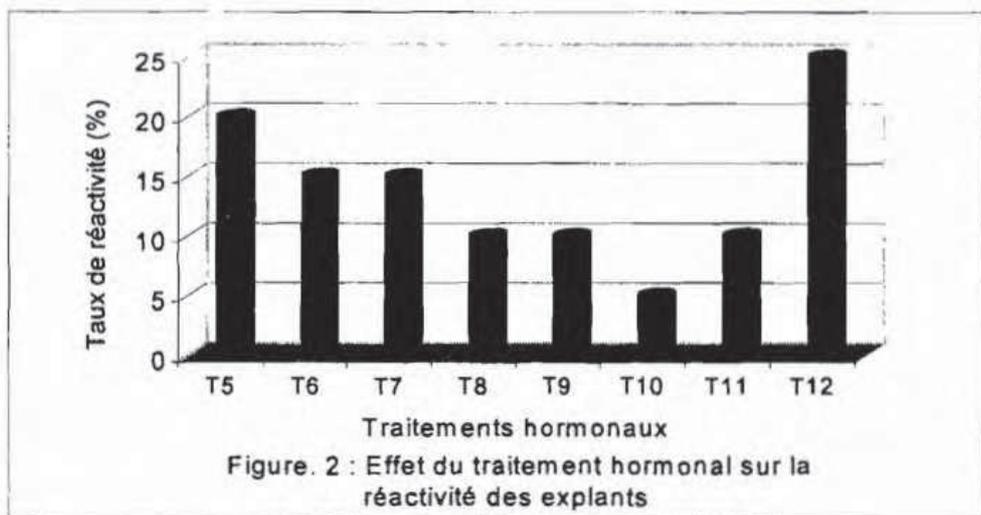
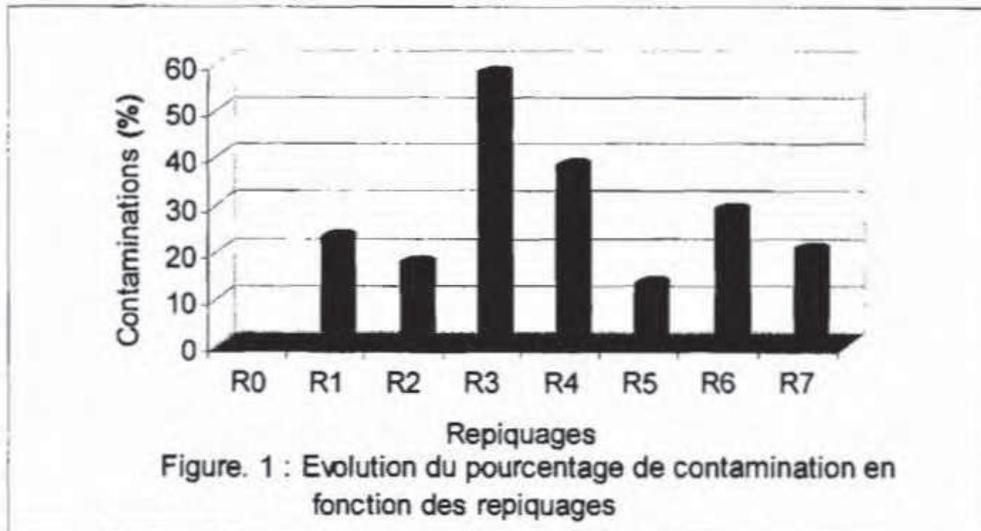
On pourrait donc conclure que la variété Deglet Nour semble mieux répondre en callogenèse aux fortes concentrations de 2,4-D (80 à 100 mg/l) en présence d'un mélange cytokinique de BAP et KIN en Faveur de la KIN.

Les autres milieux n'ont monté qu'une faible callogenèse (10 à 15 %). Le milieu T10 est le moins callogène avec un taux de 5%.

3.- Surfaces moyennes des cals

La figure 3 montre une évolution de la surface moyenne des cals en fonction du temps et des milieux testés. Après neuf mois de culture la surface moyenne des cals varie de 56.5 mm² à 139.5 mm².

Les milieux T10 et T8 donnent les meilleurs résultats suivis par les milieux T11, T9 et T12. Par contre, les trois autres milieux (T7, T6 et T5) ont manifesté une faible callogenèse. L'effet de la balance hormonale se montre donc significatif sur la callogenèse. La comparaison des moyennes deux à deux par le test de la ppds montre des différences significatives entre les traitements appliqués (deux groupes homogènes : A (T8 et T10) et B (T5, T6 et T7) et les autres traitements (T11, T9 et T12) sont chevauchants entre les deux groupes précédents (figure 3).



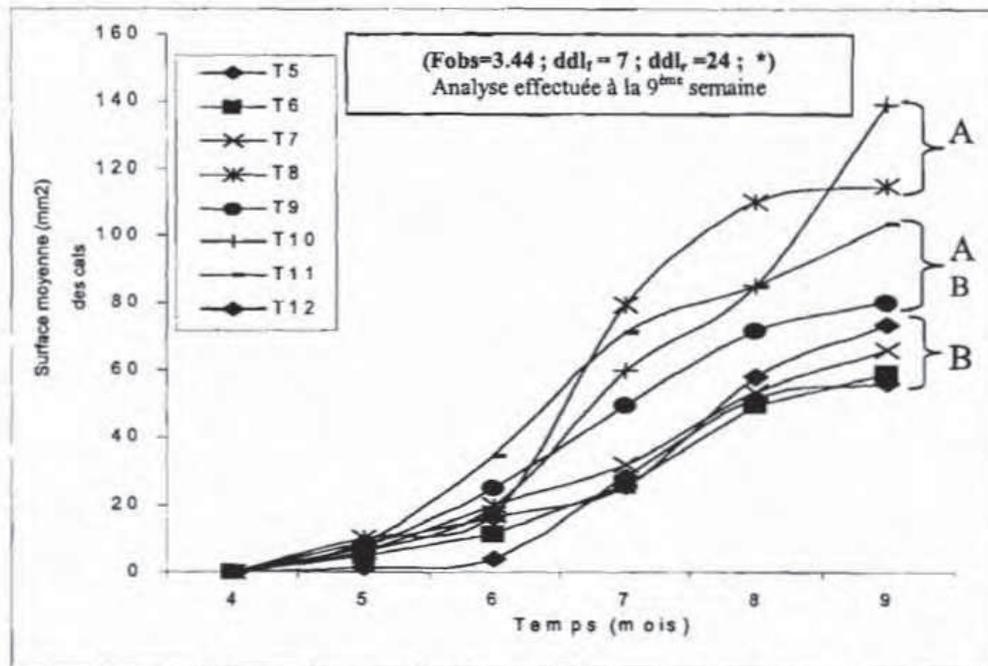


Figure 3 : Evolution de la surface moyenne des cals en fonction du temps et de la composition hormonale

Par ailleurs, il faut signaler que les milieux T10 et T8 qui ont montré les plus gros cals ont manifesté le plus faible taux de callogenèse, et les milieux T12 et T5 qui ont donné les petits cals ont manifesté les meilleurs taux de callogenèse.

4.- Couleurs et textures des cals

En plus des caractères liés à la croissance, les cals obtenus diffèrent aussi par leur coloration et leur texture (planche 1). Certains cals manifestent, à un faible pourcentage, une hyperhydricité marquée qui ne présente aucune influence sur leur croissance. Cependant, le type et la couleur du cal dépendent directement de la balance hormonale utilisée. Ainsi, deux types de cals ont été observés (tableau 2):

- ◆ Cals friables, translucides et rarement durs et de couleur souvent blanche donnant naissance à de nombreux nodules puis embryoides (= cals embryogènes).
- ◆ Cals compacts, de couleur beige ou brune finissant le plus souvent par dégénérer.

Les meilleurs résultats en terme de cals embryogènes sont obtenus avec les traitements T9, T10, T11 et T12 (tableau 2). Hormis le T11, l'ensemble des trois autres traitements ont donné sensiblement les mêmes résultats en terme de rendement en structures embryogènes de type embryoïdes (figure 4). Ces résultats sont obtenus sur des cals friables translucides (planche 1).

Tableau 2 : Variation de la Couleur et de la Texture des cals en fonction du traitement hormonal

*	Couleur	Texture	Structures embryogènes
T5	Blanc, beige ou brun	Friables et /ou vitrifiés	aucune
T6	Blanc, beige ou brun	Friables et /ou vitrifiés	aucune
T7	Blanc ou brun	Friables ou durs	aucune
T8	Blanc, beige ou brun	Friables	aucune
T9	Blanc ou beige	Friables et noduleux	Nodules + embryoïdes
T10	Blanc ou beige	Friables et noduleux parfois vitrifiés	Nodules + embryoïdes
T11	Blanc, beige ou brun	Friables et/ou durs, noduleux	Nodules + embryoïdes
T12	Blanc	Friables et noduleux	Nodules + embryoïdes

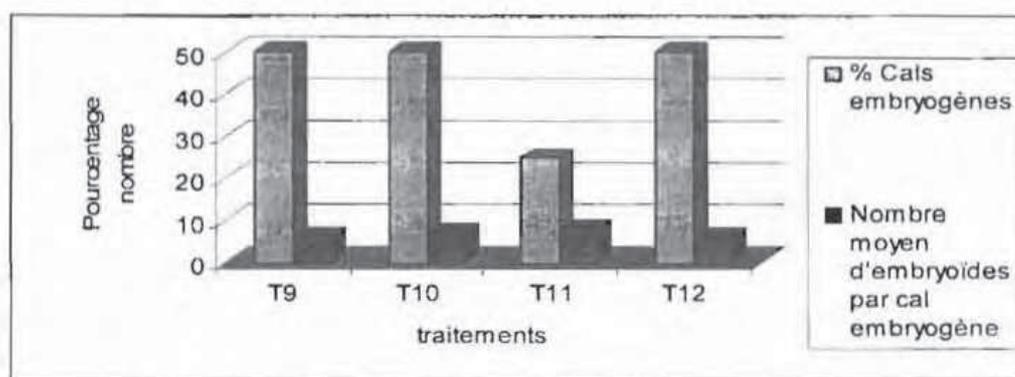
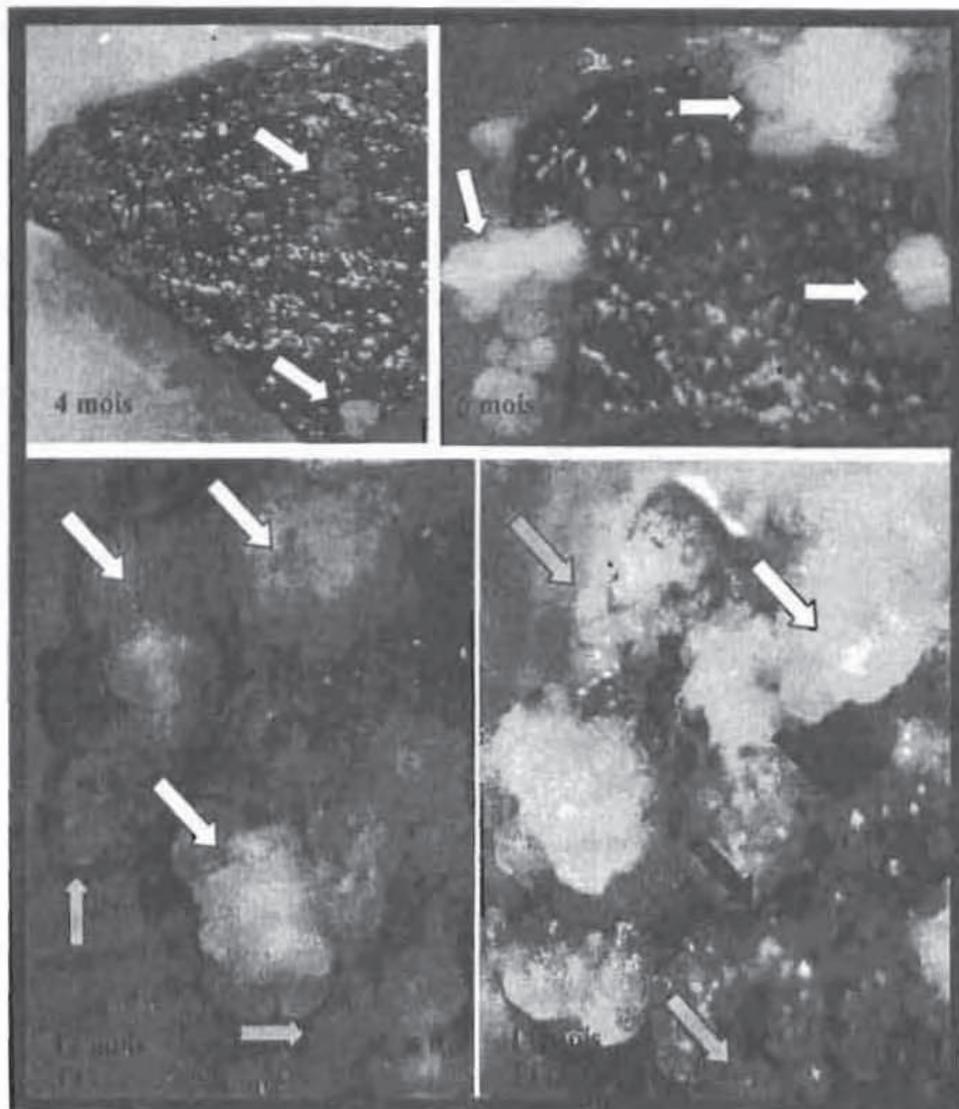


Figure 4 : Pourcentage des cals embryogènes, nombre moyen d'embryons somatiques par cal issus des milieux T9 à T12.



Cals
 Nodules
 Embryoïdes

Planche 1 : Evolution de la callogenèse dans le temps et types de cals obtenus.
 Flèches : indiquant les différentes structures morphogénétiques observées

CONCLUSION

Un taux de contamination de 12.93 % a été enregistré au début de la culture, ce qui rejoint les résultats de ZAID et TISSERAT (1983) qui ont obtenu un taux de 10% en utilisant la même méthode de désinfection. Cependant, dans notre cas, les contaminations ont persisté tout au long de la culture avec parfois des pourcentages très élevés. De nombreux auteurs ZAID et TISSERAT (1983) et AIT-CHITT (1989) soulignent à ce sujet que la désinfection chez le palmier dattier est difficile, et peut être la conséquence de germes endogènes. En plus des contaminations, le phénomène de brunissement des cals a causé une perte considérable notamment avec les traitements T5 à T8.

Par ailleurs, les explants cultivés sur les milieux T1 à T4 n'ont manifesté aucune réaction. Cela peut être expliqué par les faibles rapports auxine/cytokinines de ces milieux, plus particulièrement la faible concentration en auxine (2,4-D : 10 à 60 mg/l). Or de nombreux auteurs, préconisent d'utiliser un minimum de 80 mg/l de 2,4-D (ZAID et TISSERAT, 1983 ; SHARMA *et al.* 1984 ; DAGUIN et LETOUZE, 1989). Ceci va d'ailleurs dans le sens de nos résultats obtenus avec les milieux contenant 80 à 100 mg/l de 2,4-D qui ont manifesté une callogenèse.

La réactivité des tissus chez le palmier dattier dépend, en plus du milieu de culture, du type d'explant à savoir : explants de cœur de rejets, embryons excisés, inflorescences, état physiologique, âge et date de prélèvement du matériel végétal (AIT-CHITT, 1989 ; EL HADRAMI *et al.*, 1998). En outre des interactions peuvent exister entre tous ces facteurs et se répercutent directement sur la réactivité des tissus.

Le temps d'initiation des cals est d'environ trois mois. Ces résultats concordent aussi avec ceux obtenus par SAKA (1997). Après neuf mois de culture, le pourcentage de callogenèse a été généralement faible et le taux le plus élevé, soit 25 %, a été enregistré sur le milieu T12 (100 mg/l de 2,4-D + 2mg/l de KIN + 0.5 mg/l de BAP), pourcentage assez faible par rapport à ceux obtenus (92,5% de callogenèse) par les mêmes auteurs SAKA (1997).

De nombreux auteurs, (TISSERAT, 1979, ZAID et TISSERAT, 1983) considèrent que ce phénomène constitue un problème majeur en culture *in vitro* du palmier dattier. Il serait dû selon ces mêmes auteurs à l'accumulation dans le milieu de culture de divers produits libérés par l'explant dans le milieu de culture (notamment polyphénols). Ce phénomène peut être atténué de différentes façons telles que :

- Un traitement des explants par des solutions antioxydantes (acide citrique, acide ascorbique,...) avant leur désinfection et leur ensemencement.
- Utilisation d'adsorbants dans le milieu de culture tel que le charbon actif ou le PVP.

En effet, REYNOLDS et MURASHIGE (1979), sont parvenus à réduire le brunissement en utilisant 3 g/l de charbon actif. Nos résultats obtenus sur les milieux T6 à T12 (avec charbon actif) concordent avec ceux de ces mêmes auteurs qui associent la concentration de 3 g/l de charbon actif à une concentration élevée de 2,4-D soit 100 mg/l.

Après neuf mois de culture, parmi les huit milieux réactifs, les deux milieux T8 et T10 donnent les meilleurs surfaces moyennes des cals avec respectivement 115 et 139.5 mm². L'intensité de la callogenèse varie en fonction de la balance hormonale. Dans notre cas, aucune callogenèse n'a été obtenue avec les concentrations de 2,4-D inférieures à 80 mg/l. Ces résultats rejoignent ceux de TISSERAT (1979) et SAKA et ABED (1989) qui ont obtenu les meilleurs résultats avec le 2,4-D (100 mg/l) associé à une concentration de 3 mg/l de la 2ip.

Parmi les deux types cals obtenus, les cals friables croissent plus rapidement que les cals durs. En effet, d'autres auteurs comme DUCREUX et ROSSIGNOL (1986) estiment qu'un cal friable a une croissance plus rapide qu'un cal dur.

Le type et la couleur des cals dépendent de la balance hormonale utilisée. En effet, tous les milieux contenant une concentration de 80 à 100mg/l de 2,4-D et 1.5 à 2.5 mg/l de KIN+BAP ont produit des cals blancs, friables et noduleux. Ces résultats concordent également avec ceux de SAKA et ABED (1989).

L'émergence des premiers embryoïdes sur les cals blancs et friables a été observée après onze mois et demi de culture. Celle-ci n'a eu lieu qu'après le transfert des cultures sur un milieu frais dépourvu de toute hormone conformément aux recommandations de ZAID et TISSERAT (1983).

Le nombre et le stade de développement de ces embryons sont variables d'un milieu à un autre. Ceux-ci ont été obtenus avec les cals issus des milieux T9, T10, T11 et T12 avec une moyenne de 7 embryoïdes par cal. DAIKH et DEMARLY (1987) ont obtenu une moyenne de 20 embryons par cal en utilisant une balance hormonale semblable.

Nous avons remarqué par ailleurs, que les plus milieux plus favorables à la callogenèse sont aussi les plus favorables à l'embryogenèse somatique (à l'exception du milieu T8). Ce phénomène pourrait constituer un indice pour la sélection précoce de cals embryogènes.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AIT-CHITT M., 1989.-** Multiplication in vitro du palmier dattier par organogénèse (embranchement axillaire) : problèmes rencontrés. In : Compte rendu du deuxième séminaire maghrébin sur la multiplication rapide du palmier dattier par les techniques in vitro. FAO/ PNUD/ RAB/ 08/ 024. INRA, Marrakech, 9-12 October 1989. 141p.
- BOUGUEDOURA N., 1991.-** Connaissance de la morphogénèse du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L). Etude in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. Thèse de doctorat. U.S.T.H.B., ALGER,
- CHEIKH R., ZAID A. et AIT-CHITT, M. 1989.-** Travaux de recherche conduits en embryogénèse somatique chez le palmier dattier. In: C.R. du deuxième séminaire maghrébin sur la multiplication rapide du palmier dattier par les techniques in vitro. FAO/ PNUD/ RAB/ 08/ 024. INRA, Marrakech, 9-12 Octobre 1989. pp.59-69.
- DAGUIN F. et LETOUZE, R.1989.-** L'embryogénèse somatique : des possibilités nouvelles pour la micropropagation du palmier dattier. In: C.R. du deuxième séminaire maghrébin sur la multiplication rapide du palmier dattier par les techniques in vitro. FAO/ PNUD/ RAB/ 08/ 024. INRA, Marrakech, 9-12 Octobre 1989. pp:51-58.
- DAIKH H. et DEMARLY Y., 1987.-** Résultats préliminaires sur l'obtention d'embryons somatiques et la réalisation de semences artificielles de palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. Fruits. Vol.42, n°10. p583.
- DJERBI M., 1988.-** Les maladies du palmier dattier. Projet régional de lutte contre le Bayoud, Alger, F.A.O., 127p.
- DUCREUX G. et ROSSIGNOL M. 1986.-** La pomme de terre. La recherche. 174. pp : 193-203
- EL HADRAMI I., EL BELLAJ M., EL IDRISSE A., J'AITI F., EL JAAFARI S., et DAAYF F., 1998.-** Biotechnologies végétales et amélioration du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.), pivot de l'agriculture oasienne Marocaine. Réseaux transnationaux d'amélioration des plantes utilisant les biotechnologies.
- LOUVET T.J. et TOUTAIN G., 1973.-** Recherches sur les Fusarioses. VIII. Nouvelles observations sur la fusariose du palmier dattier et précisions concernant la lutte. Ann. Phytopathologie. n°5. pp : 35-52.

- MESSAR E.M., 1996.-** Le secteur phoenicicole Algérien : Situation et perspectives à l'horizon 2010. Options Méditerranéennes A 28, pp : 23-44.
- MESSIAEM G.M., 1981.-** Les variétés résistantes: méthodes de lutte contre les maladies et ennemis des plantes. INRA (France). 374 p.
- Ministère de l'agriculture, 1994.-** Statistique agricole. Ministère de l'agriculture. Série A. 1994
- MURASHIGE T. et SKOOG F., 1962.-** A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture .Physiol. Plant, 15. pp: 473-497.
- REUVENI O. et KIPNIS H.L.1974.-** Embryogenesis and plantlets growth of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) derived from callus tissues . Plant physiol.(Suppl). 63: pp: 138.
- REYNOLDS J. et MURASHIGE T. 1979.-** Asexual embryogenesis in callus cultures of date palms in vitro 15 (5) , pp: 385-387.
- RHISS A., POULAIN L. et BEAUCHESNE G. 1979.-** La culture in vitro appliquée à la multiplication végétative du palmier dattier. Thèse Doctorat, Université de Dijon.140p.
- SAKA H. et ABED F., 1989.-** La multiplication in vitro du palmier dattier par embryogenèse somatique. In : C.R. du deuxième séminaire maghrébin sur la multiplication rapide du palmier dattier par les techniques in vitro. FAO/ PNUD/ RAB/ 08/ 024. INRA, Marrakech, 9-12 Octobre 1989, pp : 71-73.
- SAKA H., 1997.-** La régénération in vitro de différents cultivars de palmier dattier par embryogenèse somatique à partir d'organes de rejets. 4ème journée scientifique de l'URBFA. P. 22.
- SHARMA D.R., KUMAR R. et CHOWDHURY J.B., 1980.-** In vitro culture of female date palm (*Phoenix dactylifera* L.) tissues. Euphytica, 29. pp :169-174.
- TISSERAT B., 1979.-** Propagation of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in vitro. J. Exp. Bot. 30 , pp : 1275-1275.
- ZAID A. et TISSERAT B., 1983.-** Morphogenetic responses obtained from variety of somatic explant tissues of Date palms. Bot. Mag. 96, pp : 67.73.
- ZAID A., 2002.-** Production de plants de palmier dattier par embryogenèse somatique aux Emirats Arabes Unis, Workshop sur le palmier dattier Marrakech, FAO/ PNUD/ RAB/98/G31, Maroc du 12 au 15/12/2002. CD.

EFFET DE L'IRRIGATION DE COMPLEMENT SUR QUELQUES VARIETES DE BLE DUR DANS UNE REGION SEMI-ARIDE (PLAINE DU CHELIF)

Par

MERABET B.A.⁽¹⁾ et BOUTIBA A.⁽²⁾

⁽¹⁾ Institut National Agronomique, El-Harrach, Alger, Algérie.

⁽²⁾ Université Hassiba Ben Bouali, Chlef, Algérie.

R E S U M E

Ce travail a pour objet d'évaluer le comportement de quelques variétés de blé dur locales ou introduites soumises à des conditions hydriques différentes en zone semi-aride. Les essais ont été réalisés pendant deux campagnes agricoles.

Les variétés introduites montrent, pour tous les traitements et pour toutes les campagnes, une nette supériorité par rapport aux variétés locales. La conduite en régime hydrique potentiel aboutit à des rendements élevés.

La mise en œuvre de l'irrigation de complément augmente le rendement. Les résultats obtenus montrent que l'irrigation de complément et l'utilisation d'un matériel végétal performant constituent deux facteurs d'amélioration et de stabilisation des rendements en blé dur.

Mots clés : irrigation de complément, blé, variété, efficience de l'eau

COMPLEMENTARY IRRIGATION OF DURUM WHEAT: EFFECTS OF CROP VARIETY IN SEMI-ARID PLAINS IN ALGERIA

ABSTRACT

This work has for aim the evaluation of the behaviour or the status of some local introduced varieties of hard wheat that are submitted to different hydraulic conditions in semi-arid areas.

The attempts of the trials has been realised during two consecutive seasons.

The introduced varieties showed for all treatments and seasons a clear increase and superiority in comparison with the local varieties. The behaviour under potential hydraulic regime lead to higher results.

The use of complementary irrigation increases the yield. The results showed that the complementary irrigation and the use of plant material constitute the two factors of improvement and stabilization in the yields of hard wheat.

Key words : Complementary irrigation, wheat, variety, efficiency water

1. INTRODUCTION

En Algérie, la grande culture des céréales est concentrée surtout dans les régions arides et semi-arides comprises dans la zone tellienne et bornées par les limites que constituent au Nord l'isohyète 600 mm et au Sud 300 mm. L'importance du blé dans l'alimentation de la population lui confère une place de choix parmi les surfaces emblavées en céréales. En effet, il est cultivé sur une superficie de 1,4 millions d'hectares pour une superficie emblavée de l'ordre de 3 à 3,7 millions d'hectares. Il s'agit d'une culture pluviale dépendante de la variabilité du climat. Le déficit hydrique constitue le principal facteur limitant des rendements en céréales (BENSEDDIK et BENABDELLI, 2000).

La région de Chlef est caractérisée par un climat semi-aride, présentant deux saisons très marquées avec des températures moyennes d'été de l'ordre de 30°C et des températures moyennes d'hiver de l'ordre de 10°C Les deux saisons de transition étant relativement brèves. Les particularités locales, en particulier l'altitude et la continentalité prennent une grande importance dans le choix des techniques et des successions culturales, mais aussi de cultivars adaptés.

Actuellement dans ce périmètre, la conduite de la culture du blé dur est souvent extensive et en sec. De nombreux écueils menacent cette culture au cours de son développement : sécheresse automnale, puis risque de gelée, suivies de coups de chaleur et accompagnés à nouveau de sécheresse, la récolte peut être annihilée. Ceux-ci expliquent la faiblesse des rendements dont la moyenne durant la décennie 80 a été de 8 q/ha

Le projet d'aménagement du périmètre d'irrigation moyen chelif (20.860 hectares), vise l'intensification de la production et la diversification des cultures grâce à l'irrigation. Deux barrages à cet effet sont disponibles à cet effet, celui de Oued Fodda (54 Mm³/an) et de Sidi Yacoub (98 Mm³/an).

Les pluies étant inférieures aux besoins en eau de la culture, de nombreux auteurs ont démontré, qu'avec de faible volume d'eau apportés au semis, et surtout au voisinage de la floraison, les rendements des blés méditerranéens sont parfaitement comparables à ceux des régions favorables d'Europe de l'Ouest. La valorisation des eaux de pluie par des irrigations de complément est souvent importante (le rendement moyen peut augmenter de 12 à 35 q/ha), mais il est nécessaire d'utiliser des variétés adaptées. En effet, les variétés qui ont une résistance remarquable à la sécheresse ont souvent un potentiel de rendement faible, l'irrigation de complément n'améliore pas substantiellement leur performance. Inversement des blés créés pour être cultivés en irrigué souffriront considérablement d'un épisode de sécheresse et ne peuvent donc bien valoriser l'irrigation de complément (BALDY, 1986).

Pour le moyen Chelif, la technique de l'irrigation d'appoint serait de combler le déficit en eau durant les périodes critiques (épiaison, floraison) afin d'alléger l'aridité du climat durant les mois d'avril et mai. Au printemps,

l'irrigation de complément devient une nécessité, pour le blé, quand le déficit hydrique dépasse un seuil de l'ordre de 30 mm (BALL et CONZAK, 1992)

En irrigation de complément, on doit comparer, toutes choses égales par ailleurs, les résultats nets entre la culture irriguée et la même culture pluviale. Pour apprécier la productivité de l'eau, on distingue l'efficacité de l'eau totale consommée ou l'efficacité nette d'utilisation de l'eau (EUE) qui est le rapport entre la production (P) à l'eau consommée durant le cycle cultural (Σ ETR) et l'efficacité de l'eau apportée (If) qui est le supplément de production ΔP rapporté à la quantité d'eau (VILAIN, 1997).

L'objectif de ce travail est de présenter les résultats obtenus pendant deux campagnes de mesures successives sur le comportement de variétés de blé dur conduites sous différents régimes hydriques dans une zone céréalière semi-aride du Nord-Ouest algérien. Durant les deux années (1989/90 et 1990/91), le comportement de 04 variétés de blé dur (02 variétés d'origine autochtone, et 02 variétés introduites) est caractérisé par l'estimation de leur besoin en eau et les efficacités d'utilisation de l'eau et de l'irrigation.

2. MATERIEL ET METHODES

Les essais sont réalisés en plein champ dans la plaine alluviale semi-aride du Cheliff (longitude Greenwich 1° 20' E, latitude N 36 ° 12', altitude 102 m).

Les essais se sont déroulés sur une période de deux années (1989 – 1990, 1990 – 1991) sur une parcelle relativement homogène de 2000 m². Les analyses de l'échantillon moyen (mélange de 9 sondages répartis selon les diagonales) représentatif de l'horizon de surface (horizon 0–40 cm) sont effectuées selon la méthode internationale pour la granulométrie, la méthode au cylindre pour la densité apparente, la méthode des puits pour la conductivité hydraulique, et l'extrait de pâte saturée pour la conductivité électrique.

Les résultats obtenus montrent que la texture est limono - argileuse (35 % d'argile, 44 % de limon et 21 % de sable), la densité apparente est de 1,3, la conductivité hydraulique saturée est de 2,5 cm/h, la conductivité électrique est de 2 dS/m. Ce sol est peu évolué d'apport alluvial (LEGOUPIL, 1970).

Le dispositif utilisé est le bloc aléatoire complet avec 04 traitements hydriques et 03 répétitions par cultivar utilisé. La parcelle élémentaire est de 40 m², les parcelles élémentaires sont séparées de 1m, et les blocs sont séparés de 2 m.

Les variétés utilisées pour la campagne 1989 – 1990 sont :

- Mohamed Ben Bachir (MBB), sélection dans la population locale Ben Bachir *Triticum Durum*, variété à paille haute et creuse, cycle tardif, tolérante à la sécheresse.
- Chougrane (ex *Polonicum*), Variété algérienne à paille moyenne et creuse, obtenue par croisement entre la lignée *Triticum Polonicum* et une lignée obtenue à partir d'un croisement Zenati × Bouteille, cycle semi-tardif, tolérante au froid et à la sécheresse.
- Waha et Tassili (ex. Mexicali), variétés introduites, précoces, connues pour leur haut potentiel de rendement en irrigué, variétés à paille courte sensible aux gelées.

Pour la campagne 1990-1991, nous avons utilisé Waha, Tassili et les variétés autochtones Oued Zenati et Aribis :

- Oued Zenati (OZ), lignée tirée en 1936 d'une population locale Bidi 17, c'est une plante à paille haute (1,30 m dans les conditions favorables) et pleine, à feuilles larges et retombantes, cycle tardif de productivité moyenne, sensible à la verse.
- Aribis, variété algérienne, sélection dans la population Bidi 17 × Eiti, variété à paille moyenne et pleine, cycle précoce, sensible à la sécheresse et tolérante à la verse.

Les semis ont été réalisés à la mi-décembre avec une densité de 120 kg/ha. Les apports d'engrais ont été de 150 kg/ha d'azote, 40 kg /ha de phosphore et 35 kg /ha de potasse. Le travail du sol a consisté en un déchaumage en été, un labour profond en septembre, et un recroisement avec un cover crop 16/32 en octobre. Le lit de semence est réalisé par un cultivateur à dents associé à une barre niveleuse. Trois désherbages, dont un chimique, ont été effectués au cours du cycle de la culture.

Les traitements adoptés pour les 04 variétés sont le traitement pluvial (TO), le traitement avec un apport unique de 50 mm à l'épiaison (TE), le traitement avec deux apports de deux doses de 50 mm respectivement à l'épiaison et à la floraison (TF), et le traitement correspondant à une conduite en régime hydrique potentiel (TM). La dose de 50 mm a été retenue sur la base de la réserve facilement utilisable (RFU) de ce type de sol (LEGOUPIL, 1970).

Les stades épiaison et floraison ont été retenus car ils correspondent à des périodes de grande sensibilité en eau de la culture (FAO, 1976). Le bac d'évaporation classe A, protégé par un grillage, a été utilisé comme avertisseur à l'irrigation.

Les apports d'eau sont effectués par aspersion à l'aide d'une canalisation mobile alimentée par un forage de 10 l/s sous une pression moyenne de 3 hpa. L'eau d'irrigation utilisée présente une conductivité électrique (C.E.) de 2,1 dS/m et un taux d'adsorption du sodium (SAR) de 2,0. Selon l'U.S.S.L. (1954) cette eau est de qualité moyenne, elle peut être utilisée pour l'irrigation à condition qu'il y ait un drainage naturel.

Un arrosage a été donné au semis sur l'ensemble de l'essai pour établir la culture sur un sol au voisinage de la capacité au champ et favoriser la germination.

Un tube d'accès à la sonde à neutrons (sonde à neutrons 503 hydrophobe, tubes verticaux de 1m de longueur, avec étalonnage gravimétrique et comptage standard dans l'eau avant chaque usage) est installé par parcelle élémentaire pour mesurer la teneur en eau et établir le profil hydrique périodiquement, en particulier avant et après une irrigation.

Les paramètres climatiques sont mesurés pendant la durée des essais au niveau de la station climatique de la zone d'étude. L'évapotranspiration réelle (ETR) ou consommation en eau de la culture est déduite de l'équation simplifiée du bilan hydrique suivante :

$$ETR = P + I - \Delta Q$$

avec :

ΔQ : variation de stock d'eau dans le sol pour un intervalle de temps donné (mm)

P : pluies cumulées pour le même intervalle de temps (mm)

I : apports par irrigation (mm)

La demande climatique en eau (ETP) est calculée par la méthode de Penman modifiée (FAO) qui fournit les résultats les plus satisfaisants pour estimer l'effet du climat sur les besoins en eau des cultures (DOORENBOS ET PRUIT, 1975).

Les mesures de rendement en grain et en paille ont été effectuées à partir de 03 placettes de 1 m² représentatives de chaque parcelle élémentaire.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Situation pluviométrique durant les campagnes étudiées

La région de Chlef est caractérisée par un climat semi-aride, un régime irrégulier caractérise les précipitations et les températures. Les mois les plus froids sont janvier et février avec des relevés extrême de 0.8°C, il gèle en moyenne 27 jours par année, et on note en moyenne annuelle 38 jours de sirocco. La figure 1 présente les données pluviométriques mensuelles pour les deux années d'étude et la moyenne sur 32 ans.

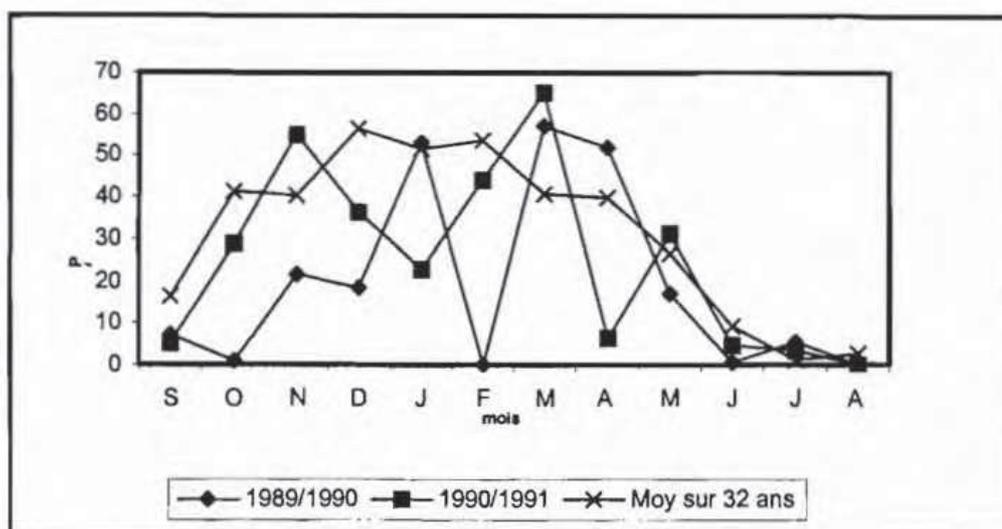


Figure 1 : Pluviométrie des deux campagnes de mesure et la moyenne sur 32 ans

L'analyse effectuée durant chaque campagne révèle que les précipitations annuelles enregistrées demeurent inférieures à la moyenne calculée sur 32 ans et qui est de 380 mm. La variabilité interannuelle est très remarquée, les analyses fréquentielles montrent que les précipitations enregistrées ont des périodes de retour de 9 ans sur 10 pour 1989-1990 (233 mm), et d'une année sur deux pour 1990-1991 (303 mm).

3.2. Bilan offre-demande en eau

L'évaluation des déficits climatiques absolus (ETM - ETR) ainsi que l'indice de satisfaction (ETR/ETM) enregistrés selon les régimes hydriques sur les deux campagnes sont indiqués dans le **tableau 1**.

Sur l'ensemble du cycle, les besoins en eau (ETM) des cultivars de blé sont indiqués par les valeurs des ETR, mesurées *in situ*, du traitement TM. Ces besoins se situent entre 341 et 408 mm. Quelle que soit l'année, les besoins en eau exprimés par les variétés cultivées sont nettement supérieurs aux totaux pluviométriques enregistrés sur l'ensemble du cycle végétatif.

Tableau 1 : Evolution du déficit climatique absolu (ETM - ETR) et de l'indice de consommation (ETR/ETM) par régime hydrique durant deux campagnes

Campagne 1989/90																
Variétés	Waha				Tassili				MBB				Chougrane			
Traitements	TO	TE	TF	TM	TO	TE	TF	TM	TO	TE	TF	TM	TO	TE	TF	TM
Apports(mm)	0	50	100	160	0	50	100	160	0	50	100	160	0	50	100	160
ETR (mm)	159	193	225	351	143	185	233	341	156	215	241	361	158	206	239	360
ETM-ETR(mm)	193	158	126	0	198	156	108	0	205	146	120	0	202	154	120	0
ETR/ETM	0,5	0,55	0,64	1	0,42	0,54	0,68	1	0,43	0,60	0,67	1	0,44	0,57	0,67	1

Campagne 1990/91																
Variétés	Waha				Tassili				Aribs				Oued Zenati			
Traitements	TO	TE	TF	TM	TO	TE	TF	TM	TO	TE	TF	TM	TO	TE	TF	TM
Apports(mm)	0	50	100	120	0	50	100	120	0	50	100	120	0	50	100	120
ETR (mm)	179	225	265	397	175	207	256	409	189	214	269	406	186	212	268	400
ETM-ETR(mm)	217	172	132	0	233	202	153	0	217	192	137	0	214	188	132	0
ETR/ETM	0,45	0,57	0,67	1,00	0,43	0,51	0,63	1,00	0,47	0,53	0,66	1,00	0,47	0,53	0,67	1

En conduite pluviale (TO), les écarts ETM-ETR sont très élevés et les manques équivalent toujours à plus de 60% des pluies enregistrées lors du cycle végétatif de la culture. Par ailleurs, la pluviométrie efficace ou la quantité d'eau effectivement stockée dans la zone racinaire et qui a servi à l'ETR, ne représente en réalité que 60 à 70% des totaux enregistrés.

L'indice de satisfaction des besoins en eau (ETR/ETM) assuré par les pluies varie selon la variété entre 42 et 45 %. A Meknes (MAROC), qui est une région relativement plus favorisée par les pluies (531 mm en moyenne), l'ETR moyenne estimée sur une séquence de 30 ans (1951-1989) ne représente que 55.1% de l'ETM du blé en pluvial (FILALI, 1991).

Les irrigations effectuées sous esquivage (TE qui correspond à un apport de 50 mm à l'épiaison, et TF qui correspond à deux apports avec 50 mm à l'épiaison et 50 mm à la floraison) améliorent très sensiblement l'indice de satisfaction des besoins, en effet, pour le traitement TF il avoisine les 68 % et la différence variétale n'est que de 5 % .

3.3. Les besoins en eau

Les résultats de l'effet variétal sur les ETM obtenus sont résumés dans le tableau 2.

Tableau 2 : Les besoins en eau des différentes variétés.

1989-1990		1990-1991	
Variétés	ETM (mm)	Variétés	ETM (mm)
MBB	361,2 A	Tassili	408,7 A
Chougrane	359,8 A	Aribs	405,7 AB
Waha	351,2 B	Oued Zenati	400,4 BC
Tassili	341,0 C	Waha	396,5 C

Les valeurs d'une même colonne portant la même lettre ne sont pas significativement différentes à un seuil de 5%.

La consommation globale en ETM se situe, pour les deux campagnes étudiées entre 341 et 409 mm. Des différences de comportement apparaissent entre les variétés et entre les deux campagnes. En effet, pendant la campagne 1989-90 relativement plus sèche (233 mm de précipitations annuelles), les variétés introduites sont moins exigeantes en eau. Par contre, pendant la seconde campagne, relativement plus humide (303 mm de précipitations annuelles), les variétés introduites se comportent différemment, Tassili est la variété la plus exigeante et Waha en est la moins exigeante des 4 variétés étudiées. La variété Waha apparaît, sur les deux années, comme la plus économe en conditions potentielles.

3.4. Le coefficient cultural Kc

La figure 2 présente l'évolution des valeurs moyennes du coefficient cultural (Kc) selon les stades phénologiques pour la campagne 1989-90. Le coefficient cultural est obtenu en divisant les ETM obtenus *in situ* (et qui correspondent aux ETR du traitement TM conduit en régime hydrique potentiel) par l'ETP calculée par la formule de Penman modifiée (DOORENBOS et PRUIT, 1975).

Les valeurs de Kc évoluent au cours du cycle végétatif. En effet, durant les premiers stades de développement de la culture (levée-montaison), le Kc des variétés introduites Waha et Tassili est supérieur à celui des variétés locales MBB et Oued Zenati. Par la suite, entre la montaison et l'épiaison, les valeurs de Kc deviennent plus élevées pour les variétés locales.

Ce type de comportement serait à rapprocher du caractère précoce des variétés introduites, et du caractère tardif des variétés locales étudiées. Les valeurs maximales de Kc sont comprises entre 1.02 et 1.06, elles ont été observées au stade floraison pour toutes les variétés. Ces valeurs sont comparables à celles proposées par DOORENBOS et KASSAM (FAO, 1987).

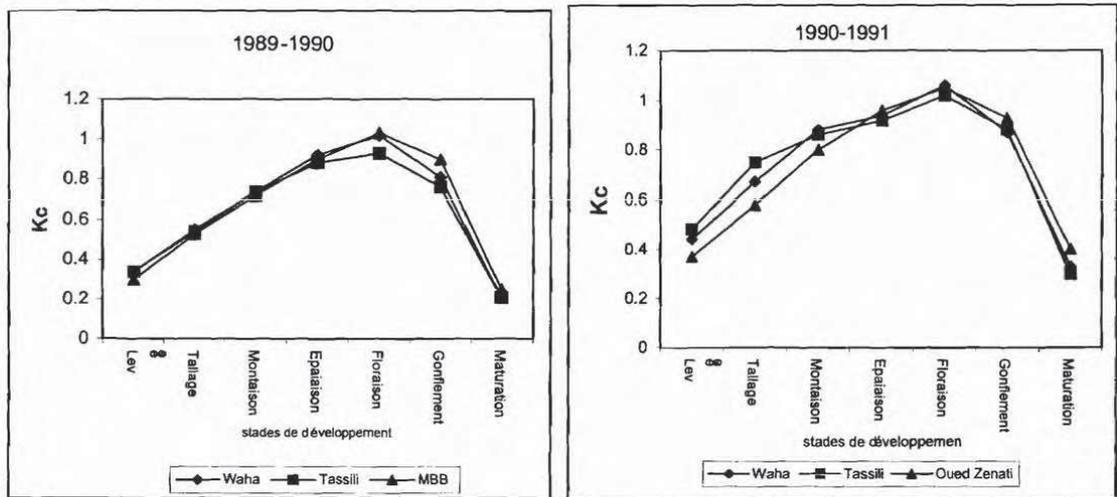


Figure 2 : Evolution des Kc en fonction des stades de développement- campagne 1989-90 et 1990-91, conduite en régime hydrique potentiel.

3.5. Rendements en paille et en grain

Le classement, obtenu par variété, diffère selon le régime appliqué et le niveau de rendement étudié.

A l'ETM, c'est à dire en régime hydrique potentiel, les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Les rendements en paille et en grains en régime hydrique potentiel

Variétés	Paille (q/ha)		Rendement en grain (q/ha)	
	1989/90	1990/91	1989/90	1990/91
Waha	48,2 A	59,5 A	54,1 A	40,8 A
Tassili	32,4 B	43,7 B	57,1 A	43,6 A
Chougrane	25,2 D		27,2 B	
Aribs		34,9 C		27,2 B
MBB	29,9 C		27,4 B	
Oued Zenati		34,8 C		23,8 B

Les valeurs d'une même colonne portant la même lettre ne sont pas significativement différentes à un seuil de 5%.

Pour la variable paille, les 4 cultivars étudiés lors de la première campagne se comportent différemment. Les variétés Oued Zenati et Aribs ont le même comportement lors de la seconde campagne 1990-91. Globalement, les variétés introduites se sont montrées relativement plus productives que les variétés autochtones, la variété Waha produit la plus forte quantité de paille.

Pour la variable rendement en grain, les résultats montrent la formation de deux groupes homogènes. Le premier groupe formé par les variétés introduites Waha et Tassili qui produisent entre 34 et 44 q/ha, et le second groupe formé par les variétés locales (MBB, Oued Zenati, Aribs et Chougrane) qui affichent des rendements compris entre 20 et 30 q/ha. Les variétés introduites présentent de meilleures potentialités de valorisation de l'eau. En régimes hydriques déficitaires, les résultats de l'effet des différents apports d'eau sur les productions en paille aérienne et en grain sont présentés dans le tableau 4.

Les résultats montrent que les variétés introduites Waha et Tassili donnent des rendements plus élevés en conditions hydriques favorables, mais également en conditions de déficit hydrique. Les résultats fournis par ces variétés sont comparables à ceux des variétés Sham 1 et Belikh originaires du moyen orient (ALI DIB *et al*, 1992). Ils s'expliqueraient essentiellement par un fort indice de récolte et une fertilité élevée de l'épi de ces variétés.

Chez les variétés locales et plus particulièrement pour MBB, le stade épiaison apparaît comme la période la plus sensible à la sécheresse. En effet, les écarts observés entre TE (TE correspond à un apport de 50 mm à l'épiaison) et TO (TO correspond à la conduite pluviale) sont de 4 à 7 q/ha en grains et de 7 à 18 q/ha en paille ; ces différences sont nettement plus élevées que celles observées entre TF (TF correspond à deux apports avec 50 mm à l'épiaison et 50 mm à la floraison) et TE qui sont de 2 à 4 q/ha en grains et de 2 à 7 q/ha en paille. Ces résultats montrent également que l'irrigation de complément provoque une amélioration relativement plus importante de la production de paille que celle des grain.

Chez les variétés introduites Tassili et Waha, et qui sont considérées améliorées et productives, cette sensibilité est relativement comparable pour les stades épiaison et floraison. En effet, l'écart de production entre les régimes TE et TO, et les régimes TF et TE sont du même ordre de grandeur (pour Waha par exemple, ces écarts sont de l'ordre de 9 à 11 q/ha en grains et en paille pour la campagne 1990/91 et de 17 q/ha pour la campagne 1989/90 qui est relativement plus sèche).

Tableau 4 : Classement des moyennes des différentes combinaisons variétés x régimes hydriques.

1989/90				1990/91			
	paille (q/ha)	Rendement en grain (q/ha)		Paille (q/ha)	Rendement en grain (q/ha)		
Waha TF	52,0 A	Tassili TF	40,2 A	Waha TF	61,0 A	Tassili TF	48,5 A
Tassili TF	36,2 B	Waha TF	38,0 B	Tassili TF	51,0 B	Waha TF	44,2 B
MBB TF	35,4 BC	Tassili TE	28,9 C	Waha TE	49,5 B	Tassili TE	37,3 C
Waha TE	34,6 C	Waha TE	28,7 C	Tassili TE	42,6 C	Waha TE	35,3 C
Tassili TE	29,9 D	Chougrane TF	20,9 D	Aribs TF	35,9 D	Tassili TO	29,8 D
MBB TE	28,5 E	MBB TF	20,4 D	OZ TF	35,1 D	Aribs TF	28,1 D
Chougrane TF	27,3 E	Chougrane TE	18,9 E	Waha TO	33,3 DE	Waha TO	27,3 E
Chougrane TE	21,3 F	MBB TE	18,5 EF	OZ TE	31,9 DE	OZ TF	24,4 F
Waha TO	16,8 G	Waha TO	17,6 F	Aribs TE	30,9 E	Aribs TE	23,7 F
Tassili TO	16,1 G	Tassili TO	17,3 F	OZ TO	24,7 F	OZ TE	22,0 F
Chougrane TO	12,1 H	MBB TO	12,4 G	Tassili TO	24,6 F	Aribs TO	19,5 G
MBB TO	10,6 I	Chougrane TO	11,5 G	Aribs TO	22,4 F	OZ TO	18,0 G

Les valeurs d'une même colonne portant la même lettre ne sont pas significativement différentes à un seuil de 5%

3.6. L'efficience d'utilisation de l'eau

L'efficience d'utilisation de l'eau, représentée par le ratio entre la production de paille (EUEp) ou le rendement en grain (EUEg) et le volume d'eau apporté, permet d'apprécier les différentes stratégies adoptées dans la conduite des irrigations de complément. Les résultats obtenus (tableau 5) montrent que les variétés améliorées présentent des valeurs plus élevées que celles des variétés locales, et cela quels que soit l'année et le régime hydrique auquel est soumise la culture. Leurs efficacités d'irrigation s'améliorent lorsqu'on se rapproche d'une conduite de la culture en régime hydrique potentiel. La campagne 1990-91, relativement plus humide, permet d'obtenir de meilleures efficacités d'utilisation de l'eau apportée par l'irrigation de complément. La stratégie de conduite des variétés sous esquisse en régime TF (TF correspond à deux apports avec 50 mm à l'épiaison et 50 mm à la floraison) serait la meilleure.

Pour les variétés locales, la tendance est plutôt favorable pour le régime TE (TE correspond à un apport de 50 mm à l'épiaison). La plus grande sensibilité à la sécheresse est le stade épiaison pour ces variétés. Les valeurs de EUEg obtenues en pluvial sont de l'ordre de 0,8 à 1,0 kg/m³, elles sont comparables à celles rapportées par DOORENBOS et KASSAM (FAO,1987).

Tableau 5 : Les efficacités EUE et If obtenues par traitement et par variété

1989-1990																
Variétés	Waha				Tassili				MBB				Chougrane			
Traitement	TO	TE	TF	TM	TO	TE	TF	TM	TO	TE	TF	TM	TO	TE	TF	TM
EUEp (kg/m3)	1,1	1,8	2,3	2,5	1,1	1,6	1,6	1,4	0,7	1,3	1,5	1,2	0,8	1,0	1,1	1,1
EUEg (kg/m3)	1,1	1,5	1,7	1,5	1,2	1,6	1,7	1,7	0,8	0,9	0,8	0,8	0,7	0,9	0,9	0,8

1990-1991																
Variétés	Waha				Tassili				Oued Zenati				Aribs			
Traitement	TO	TE	TF	TM	TO	TE	TF	TM	TO	TE	TF	TM	TO	TE	TF	TM
EUEms (kg/m3)	1,9	2,2	2,3	2,4	1,4	2,1	2,0	1,4	1,3	1,5	1,3	1,2	1,2	1,4	1,3	1,2
EUEgr(kg/m3)	1,5	1,6	1,7	1,4	1,7	1,8	1,9	1,4	1,0	1,0	0,9	0,8	1,0	1,1	1,0	0,9

4. CONCLUSION

Les deux campagnes agricoles étudiées présentent des déficits hydriques, le traitement correspondant à la conduite pluviale est donc toujours un traitement à déficit hydrique.

Les variétés introduites montrent, pour tous les traitements et pour toutes les campagnes, une nette supériorité par rapport aux variétés locales. En effet, les variétés introduites produisent des rendements plus élevés que les variétés locales en conduite à régime hydrique potentiel, mais aussi en conduite déficitaire.

Les besoins en eau mesurés pour 6 variétés dont 2 sont introduites sont compris entre 341 et 408 mm, ils sont sensiblement plus faibles que ceux habituellement rapportés et qui sont de l'ordre de 450 mm (FAO, 1976).

Les résultats obtenus montrent que le potentiel de production céréalière dans nos régions est très appréciable dans la mesure où les rendements en grains obtenus pendant les trois campagnes agricoles ont toujours été supérieurs à 15 q/ha en conduite pluviale pendant des campagnes relativement sèches par rapport aux données moyennes sur 32 ans. Des apports de 50 mm voir de 100 mm, au printemps, améliorent les niveaux de rendement.

La conduite de l'irrigation sous esclave constitue une alternative pour améliorer les rendements du blé dur dans des régions caractérisées par des déficits hydriques, en particulier printaniers.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALI DIB T., MONNEVEUX P. et ARAUS J., 1992.** - Adaptation à la sécheresse et notion d'idéotype chez le blé dur. II. Caractères physiologiques d'adaptation. *Agronomie*; 12 : 381-393.
- BALDY C., 1986.**- Comportement des blés dans les climats méditerranéens. *Ecologia Mediterranea*; tome III. Fas 3 - 4 : 73 - 88
- BALDY C., 1986.**- L'agrométéorologie et le développement agricole des régions arides et semi-arides. INRA Ed. coll. Agrométéorologie : 76 - 80.
- BALL S.T, KONZAK C.F., 1992.**- "Using crop modeling in a spring wheat breeding program. cereal ". *Res. Com. vol 20 n°3 - 4.*
- BENSEDDIK B. et BENABDELLI K., 2000.**- Impact du risque climatique sur le rendement du blé dur en zone semi-aride. Approche éco-physiologique. *Sécheresse*; Vol. 11, N° 1 : 45 - 51
- DOORENBOS J. et KASSAM A.H., 1987.**- Réponses des rendements à l'eau. *Bull. FAO d'irrigation et de drainage 33, Rome : 201 - 209.*
- DOORENBOS J. et PRUIT W.O., 1975.**- Les besoins en eau des cultures. *Bull. FAO d'irrigation et de drainage 33, Rome, 1975 : 201-209. Bull. FAO d'irrigation et de drainage 33, Rome : 30-51.*
- F.A.O., 1976.**- A framework for land evaluation. *F.A.O. soils Bulletin, Rome, N° 32, 71p.*
- FILALI B.A., 1991.**- Irrigation des céréales : une méthode d'analyse. Cas de la région de Meknes, Maroc. *MEDIT*; 1-2 : 24 -29.
- LEGOUPIL J.C., 1970.**- Evolution de la salure du sol sous irrigation. Résultats expérimentaux. INRA, Alger, 73p.
- U.S.Salinity Laboratory,1954.**- Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils. *U.S.D.A., N° 60 : 160p.*
- VILAIN M. 1997.**- "Les composantes de la production végétale". *TEC & DOC, Lavoisier, Vol. 1, 335-390.*

MODELISATION DES POTENTIELS DE PRODUCTION D'UNE VARIETE DE TREFLE D'ALEXANDRIE (*Trifolium alexandrinum* L.) EN ZONE SUB-HUMIDE MEDITERRANEENNE

MERABET B.⁽¹⁾, BASSAID F.⁽¹⁾,
SEYBOU M.⁽¹⁾, et ABDELGERFI A.⁽²⁾

⁽¹⁾ Laboratoire de Maîtrise de l'eau en agriculture,
INA El-Harrach 16200, Algérie,

⁽²⁾ Laboratoire de Ressources Génétiques et
Biotechnologies, INA, El-Harrach 16200 Algérie

RESUME

Sur deux années de mesure (2000/02) en plein champ et en semis précoce, nous avons étudié l'expression de la production de la variété Miscawi de trèfle d'Alexandrie, selon le degré de régulation de la contrainte climatique par l'irrigation durant la campagne (2000/01) et la même contrainte avec la carence oligo-minérale liée au sol par l'irrigation et la fertilisation foliaire durant la campagne (2001/02).

Sans modification des paramètres du milieu, la vitesse de croissance du bersim est faible en hiver et ne dépasse guère les 70 kg m.s/ha /jour au printemps, période déficitaire en eau pour la culture. Selon le besoin d'irriguer en fonction du taux de tarissement de la RFU du sol, les arrosages nécessaires sont de l'ordre de 130 à 500 m³ à l'ha par coupe.

Le choix du cycle (semis précoce) et l'amélioration des pratiques culturales (fertilisation et irrigation) ont permis à cette variété d'exprimer les potentialités qui lui sont reconnues : la production globale est de 25 t m.s/ha soit plus de 200 t/ha en vert (après six coupes) et l'équilibre relatif de la production entre l'hiver et le printemps est nettement amélioré.

Les courbes de croissance obtenues sont des régressions de type polynomial et permettent de dégager les potentiels de cette variété. Le modèle de "croissance potentielle" découle de la courbe du régime à l'évapotranspiration maximale (ETM). Le potentiel climatique (fertilisation sans irrigation) coïncide avec la croissance potentielle durant la phase pluvieuse automne-hiver mais reste très éloigné durant la phase printanière.

Mots Cles : Trèfle d'Alexandrie, semis précoce, irrigation, fertilisation, croissance, potentiels.

SUMMARY

The production of Miscawi variety of Alexandria treble was studied at the field with early sowing over two years (2000/2002); this was with high yield level depending in climatic water constraint during 00/01 campaign and the same constraint with the oligo-mineral lack and the foliar fertilization during 01 /02 campaign.

The obtained curves are polynomial regressions and allows to estimate the variety potentials.

The choice of the cycle (early sowing) and the improvement of the cultivation methods (fertilization and irrigation) allowed the full expression of this variety: total production is 25 t m.s//ha is more than 200 t/ha ingeen (after six cuts) and the relative balance of the production is clearly improved fran winter to spring.

INTRODUCTION

Le trèfle d'Alexandrie (*Trifolium alexandrinum* L.), ou bersim, présente un comportement variétal spécifique. En effet, sur les diverses variétés introduites d'Egypte (Miscawi, Fahl, Saidi, Khedrawi), seule la variété Miscawi s'est maintenue en raison de sa parfaite acclimatation aux conditions locales, et en particulier dans le bassin laitier de la Mitidja (LAUMONT, 1951 ; GAILLARD *et al*, 1977). La production, sa répartition temporelle et sa qualité dépendent de plusieurs paramètres de nature pédoclimatique (sol, pluie, température) et agrotechnique (choix de la date de semis, fertilisation, irrigation, hauteur et rythme de coupe) (LAPEYRONIE, 1982).

Au niveau de la Mitidja, les deux principaux facteurs limitant la performance du bersim s'avèrent être le déficit hydrique (surtout printanier) dû à la variabilité saisonnière et inter annuelle du climat qui est du type méditerranéen et, les pratiques de gestion de la fertilité des sols qui peuvent engendrer des carences minérales en certains éléments minéraux. Le bersim est exigeant en éléments comme le potassium, le phosphore et le calcium mais également en soufre, bore, molybdène, sous risque de troubles physiologiques avec des conséquences sur la production (LAPEYRONIE, 1982; GRAVES *et al*, 1996).

Ces carences minérales sont difficilement détectables au niveau d'une exploitation et il est recommandé d'associer, selon la nature du sol, une fertilisation oligo-minérale adaptée. Cette fertilisation liquide par vaporisation foliaire permettra à la plante d'assimiler directement les éléments nutritifs de manière à stimuler la croissance et à corriger les carences (LOUE, 1987; BOCKMAN *et al*, 1990).

Pour une légumineuse destinée à un affouragement en vert ou plusieurs récoltes se succèdent, la production s'exprime sous forme de croissance en kilogramme de matière sèche par hectare et par jour. Cette vitesse de croissance sera fonction de la variété au sein de l'espèce mais également des paramètres du milieu qui peuvent être classés en trois catégories, non modifiables (climat et caractéristiques majeures du sol), non aisément modifiables (par exemple l'irrigation), aisément modifiables (alimentation minérale de la culture). L'établissement des courbes de croissances permet de différencier les potentiels (sol, climatique et croissance potentielle) de la culture. Ces courbes présentent l'intérêt de préciser les limites de bonne utilisation du fourrage selon le degré d'intensification envisager (HNATYSZYN, 1988).

Au niveau du bassin laitier algérois (Mitidja) où le climat est subhumide à hiver doux, sur une mise en place précoce couplée à un itinéraire technique (fertilisation et irrigation), quels seraient les potentiels de production (sol, climat et croissance potentielle) du bersim ?

Sur des essais en plein champ en semis précoce, nous avons étudié, durant deux années, l'expression de la production sur une variété Miscawi, à haut potentiel de rendement, selon le degré de régulation des contraintes du milieu par l'irrigation durant la campagne (2000/01) et, l'irrigation et la fertilisation foliaire durant la campagne (2001/02).

MATERIEL ET METHODES

1.- Localisation des essais

Durant les deux années, les essais ont été réalisés sur un site expérimental situé sur la plaine de la Mitidja (longitude Greenwich 30° 68' E, latitude N 36 ° 43', altitude 24m). Le dispositif utilisé, à chaque essai, est en bloc aléatoire complet avec 04 traitements hydriques et 04 répétitions. L'espacement entre les blocs est de 1 m, 30 cm séparent les parcelles élémentaires. La surface d'une parcelle élémentaire est de 6m², le nombre de ligne est de 6 avec une interligne de 20cm.

2.- Matériel d'étude

2.1. Le sol

La parcelle utilisée pour les essais est caractérisée par un sol argilo-limoneux (56% en argile, 31% en limon et 13% en sable) à pH neutre à faiblement alcalin (7.5). La conductivité électrique et la réserve hydrique utile (RU) sont respectivement de l'ordre de 1.4 dS/m (sol non salé) et 1.9 mm/cm. Pour un sol lourd et une culture à enracinement moyen, la réserve facilement utilisable (RFU) correspond à la moitié de la RU (FEYEN *et al*, 1982) soit l'équivalent de 100 mm/m pour ce sol.

2.2.- Matériel végétal

Les semences, de la variété Miscawi, proviennent d'une sélection réalisée par l'Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC). En hauteur, cette variété peut atteindre 70 cm (GRAVES *et al*, 1996). Le stade de réalisation de la coupe est atteint lorsque les repousses issues des bourgeons adventives de la tige principale atteignent 5 à 10 cm de hauteur (GAILLARD *et al*, 1977). La coupe se fait dès que la végétation atteint une hauteur de 40-50 cm (ABDELGUERFI et LAOUAR, 2002).

3.- Méthodes D'étude

3.1.- Préparation du sol, fertilisation et semis

Le travail du sol a consisté en un "déchaumage" à l'aide d'un trisoc (fin juillet) suivi par un labour profond avec une charrue à soc (fin septembre).

L'épandage d'engrais de fond phosphaté (45%), à raison de 2q/ha, a été suivi d'un pseudo labour.

La fertilisation oligo-minérale, par voie foliaire a été utilisée tous les 15 jours après chaque repousse, durant la deuxième campagne 2001/02. Elle porte sur un composé en poudre NPK (respectivement 20-8-14 %) avec 5% S, 2% MgO, 0.04% Br, 0.2 Cu, 0.02 % Fe, .26% Mn, 0.0006% Mo, 0.14% Zn. La dose est de 2.5 kg/ha mélangés dans 200 litres d'eau. Notons que l'apport d'azote à faible dose (20 unités) est recommandé pour favoriser la ramification (formation de nouvelles ramifications) qui joue un rôle important dans la fréquence d'exploitation (LAPEYRONIE, 1982).

Les semis du 18/10/2000 et du 9/10/2001 ont été réalisés à l'aide d'un semoir avec une densité de 30 kg/ha, un écartement entre les lignes de 20 cm, à une profondeur de 2 cm.

3.2.- Les traitements

- Campagne 2000/01 : 04 régimes hydriques
 - T0 : traitement pluvial (conduit en sec).
 - T1 : traitement en régime d'évapotranspiration maximale (ETM) par pilotage tensiométrique au seuil de -0,05 MPa, valeur référence de la tension d'humidité du sol au-dessus de laquelle une diminution de rendement est constatée chez les fourrages verts (TAYLOR et ASHROFT, 1972).
 - T2 : traitement où l'irrigation s'effectue par pilotage bac d'évaporation classe A (DOORENBOS et PRUIT, 1975) avec pour seuil de déclenchement des irrigations une évaporation cumulée de 30 mm équivalente à un épuisement de 30% de la RFU sur un mètre de profondeur du sol.
 - T3 : traitement où l'irrigation s'effectue par le même mode de pilotage que T2 mais au seuil d'épuisement de 50% de la RFU.
- Campagne 2001/02 :

Les mêmes régimes hydriques que la campagne précédente ont été reconduits ; mais accompagnés par une fertilisation oligo-minérale par voie foliaire utilisée tous les quinze (15) jours après chaque repousse.

3.3.- La conduite des irrigations

Le principe de notre irrigation est de ramener à la culture un appoint d'eau durant quelques jours en espérant l'arrivée de la pluie. La dose est variable est équivalente aux besoins hebdomadaires (ETM) de la période considérée (l'ETP journalière moyenne du mois considéré est estimée sur une séquence de près de 25 ans, 1958-1980). Les apports sont effectués

manuellement à l'aide d'un arrosoir relié par tuyau à une citerne (capacité 1000 litres). L'eau, provenant d'un forage, présente une conductivité électrique (C.E.) de 1.7 dS/m.

Les données climatiques journalières sont mesurées au niveau de la station climatique de la zone d'étude. La demande climatique en eau (ETP) est calculée par la méthode de Penman (FAO).

Une parcelle élémentaire Du traitement T1 a été équipée de tensiomètres installés respectivement aux profondeurs 20,40,60 et 80cm (deux par profondeur) pour assurer le pilotage des irrigations.

Sur chaque parcelle élémentaire, les dispositifs expérimentaux ont fait l'objet d'un suivi par coupe de la culture en rendements vert et en matière sèche (m.s).

RESULTATS ET DISCUSSION

1.- Bilan offre-demande en eau durant les deux campagnes

Durant les deux campagnes, mis à part les déficits pluviométriques décennaires (D_p) observés (figure 1), aucun autre paramètre climatique n'a présenté des conditions défavorables au bon développement végétatif (ni gelées, ni régime de fortes températures). Les phases de sécheresses aléatoires apparaissent durant la période printanière.

En 2000/01, Les précipitations sont très élevées d'octobre à février avec 364 mm, soit près de 78% par rapport au cumul jusqu'en juin (466 mm).

Le mois de mars n'a reçu aucun apport pluvieux, la période printanière est quasiment déficitaire et l'intervention de l'irrigation n'a été rendue nécessaire qu'à partir de la mi-mars (150 mm durant tout le cycle pour le traitement le plus irrigué T1).

La campagne 2001/02, plus sèche (292 mm), a nécessité la mise en œuvre des irrigations de complément en octobre après la levée (20 mm) et à partir de la deuxième décennie de février jusqu'à juin (257 mm pour le régime hydrique T1 à l'ETM).

La demande climatique en eau exprimée par l'ETP (moyenne journalière décennale) suit les variations saisonnières mais demeure plus stable d'une année à l'autre que le régime pluviométrique tel que décrit précédemment. Il s'ensuit donc que les besoins en eau de cette culture sont assez prévisibles.

Tenant compte de la limitation imposée par le régime pluviométrique et pour équilibrer le bilan offre –demande en eau durant tout le cycle de la culture, la gestion de cette contrainte nécessite la mobilisation des excédents d'eau

enregistrées durant l'hiver (les Dp en valeurs négatives enregistrées durant l'hiver).

2.- Durée d'exploitation et production

Sur les deux années, l'analyse de la variance effectuée sur la production de matière sèche obtenue par cycle (repousse) révèle (tableaux 1 et 2) qu'il n'existe un effet traitement (différence significative au seuil de 5%) que suite à l'intervention de l'irrigation au printemps.

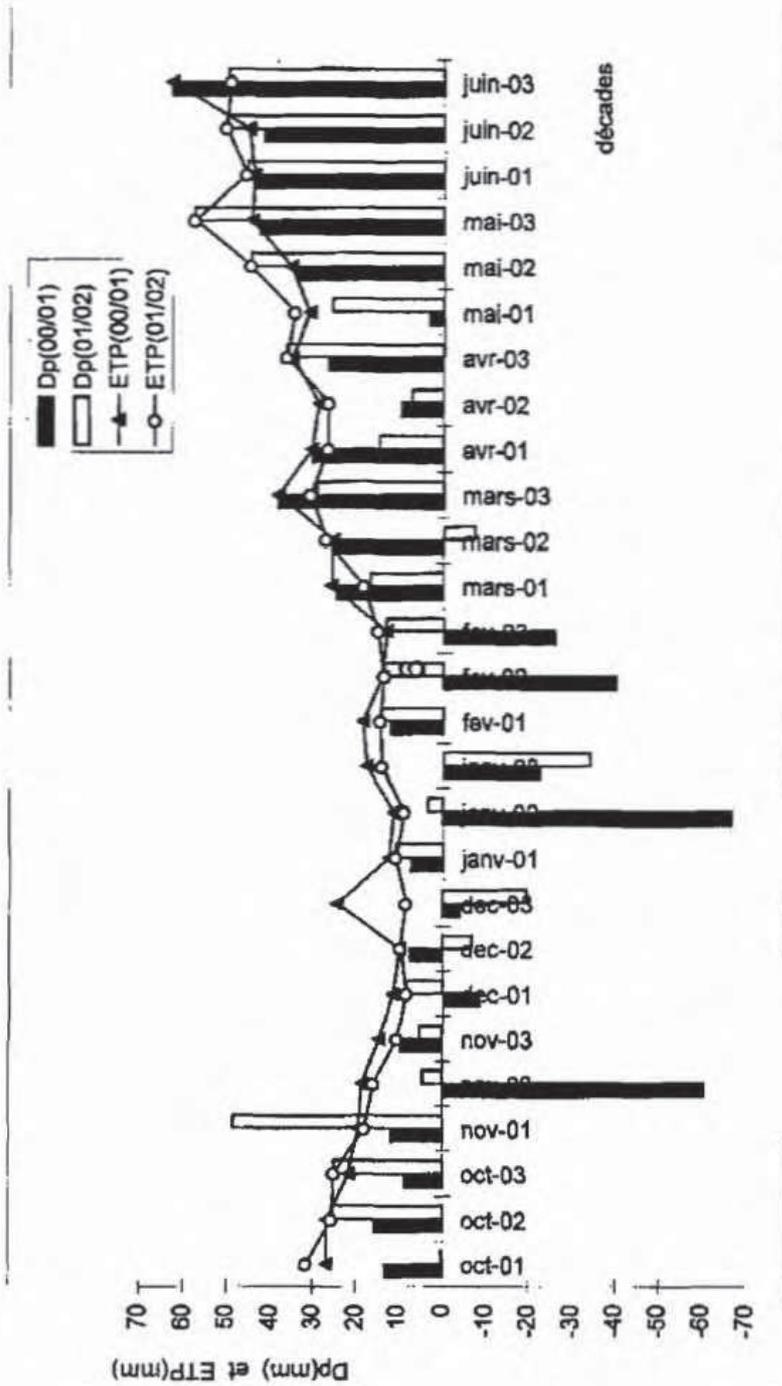


Tableau 1 : Effet des traitements appliqués sur la durée, la production en vert (rdt vert), la production en matière sèche (m.s) et la teneur en m.s (%) par coupe durant la campagne 2000/01

Coupes	1				2				3				4			5			
	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
Durée (jours)	111	111	111	111	35	35	35	35	33	33	33	33	24	24	24	24	28	28	28
Rdt vert (t/ha)	8,9	9,5	9	6,7	18,8	22,6	21,1	20,5	27,2	17,1	16,9	9,8	15,9	11,8	8,8	8	10,5	5,9	5,5
M.S. (t/ha)	1,5 a	1,9 a	1,5 a	1,3 a	3 a	3,6 a	3,3 a	3,1 a	5,5a	3,8b	3,4b	2,5c	3,6a	2,8b	2,1b	2,1b	1,9a	1,1b	0,9c
M.S. (%)	17,0	20,0	17,0	19,0	16,0	16,0	16,0	15,0	20,2	22,3	20,2	25,6	22,7	23,8	24,0	26,3	18,1	18,6	16,4

Tableau 2 : Effet de l'irrigation et de la fertilisation foliaire, appliqués par traitement sur la culture, sur la durée, la production en vert (rdt vert), la production en matière sèche (m.s) et la teneur en m.s (%) par coupe durant la campagne 2001/02

Coupes	1				2				3				4				5				6				7	
	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2																
Durée (jours)	74	74	74	74	35	35	35	35	38	38	43	50	27	27	28	32	26	28	34	22	22	23	28	21		
Rdt vert (t/ha)	28	28	26	27	33	34	34	33,4	34	29	27	25	34	34	25	14	33,8	34	25,3	32,5	28	17	21	14		
M.S. (t/ha)	3,0a	2,9a	2,6a	3,0a	3,4a	3,4a	3,9a	3,7a	3,5a	3,2a	2,7b	2,8b	5,1a	4,3b	4,1c	2,3d	5,1a	4,6b	4,1b	5,0a	5,0a	3,4 b	2,8a	2,2b		
M.S. (%)	10,8	10,5	10,3	11,0	10,3	10,3	11,2	11,2	10,3	10,9	10,1	11,2	15,0	12,7	16,4	17	15,0	13,5	16,4	15,4	18,3	19,5	13,8	15,9		

NB : Par coupe, les valeurs d'une même ligne portant la même lettre ne sont pas significativement différentes à un seuil de 5%

En 2000/01, au vu des résultats de rendements obtenus (tableau 1), le traitement T1 avec pilotage tensiométrique et conduite de la culture en bon confort d'alimentation hydrique (ETM), semble le plus performant avec un taux d'accroissement de plus de 90% (15.5 t m.s/ha) par rapport au pluvial T0 (8.8 t m.s/ha). Ces résultats mettent en évidence la dépendance de la production du bersim de la pluviométrie enregistrée durant la phase critique printanière. Un déséquilibre de la production est observé entre l'hiver (coupe le 06 février soit 111 jours après semis et production de l'ordre de 1.5 t.m.s/ha) et le printemps (trois coupes pour le régime pluvial et quatre coupes pour les trois régimes irrigués). Ce déséquilibre relatif de la production, malgré l'irrigation, fait que la culture n'a pas répondu à certains critères qui lui sont demandés dans un système d'affouragement en vert continu et n'a donc pas exprimé les potentialités qui lui sont reconnues (LAUMONT, 1951 ; GAILLARD, 1977 ; LAPEYRONIE, 1982). Ces considérations nous laissent supposer qu'une autre contrainte d'ordre physique liée au sol, les états de carence ou subcarence oligo-minérale, difficilement détectable au niveau d'une exploitation, se sont exprimés et qu'il convient de corriger lors de la seconde campagne par une fertilisation foliaire.

En 2001/02, durant la période octobre-février, phase pluvieuse (205 mm) et non différenciée en traitements hydriques, l'effet fertilisation foliaire (tous les quinze jours après chaque repousse) s'exprime sur les phénomènes de croissance et sur la précocité de départ de la culture. La rentrée en exploitation intervient en fin décembre (85 jours après semis) suivie tous les cinq semaines d'une coupe. Ainsi, trois coupes sont prélevées en hiver (22 décembre, 26 janvier et le 05 mars) et 9 à 10 tonnes de matière sèche par hectare peuvent être disponibles.

Au printemps, période de très grande sensibilité à la sécheresse due à l'influence d'une faible pluviosité et d'une demande climatique en eau de plus en plus élevée, les irrigations et la fertilisation (traitements T1, T2 et T3) permettent une prolongation de la durée du cycle cultural par rapport à une conduite en pluviale (T0). La fréquence ou rythme de coupe est de trois à quatre semaines. Trois coupes sont envisageables avec une production globale de 15 t m.s/ha, si on interrompt prématurément le cycle végétatif en mai (substituer à ce fourrage une autre ressource fourragère), ou bien, quatre coupes avec 17 t m.s/ha dans le cas contraire (affouragement jusqu'en juin).

Selon le besoin d'irriguer en fonction du taux de tarissement de la RFU du sol, les arrosages nécessaires sont de l'ordre de 130 à 500 m³ à l'ha par coupe et de 1000 m³/ha lors de la septième coupe (juin). Lors de cette dernière coupe, la production est assurée exclusivement par l'irrigation. Généralement elle n'est pas nécessaire car l'affouragement en vert doit être assuré par la luzerne au niveau du bassin laitier intensif de la Mitidja (HAMADACHE *et al*, 1993). Elle peut servir cependant pour la production de la graine (10.8, 8.8 et 6.8 t/ha pour respectivement T1, T2 et T3).

Globalement l'équilibre relatif de la production entre l'hiver et le printemps est nettement amélioré. La production globale est de 25 t m.s/ha soit plus de 200 t/ha en vert (après six coupes).

3.- Courbes de croissance selon le degré de régulation des contraintes du milieu

L'expression de la croissance journalière (kg m.s/ha/jour), durant les deux campagnes, est représentée sur les figures 2 et 3.

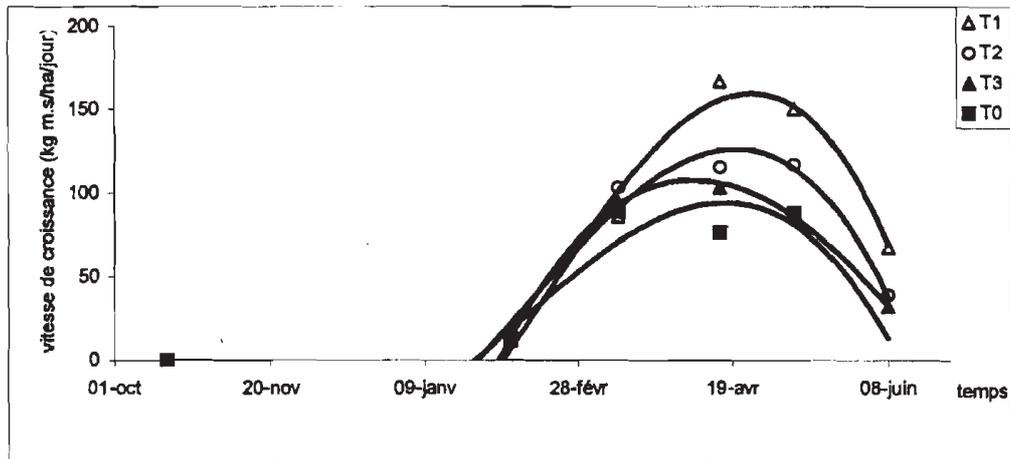


Figure 2 : Courbes de croissance obtenues par régression selon les traitements effectués durant la campagne culturale 2000/01

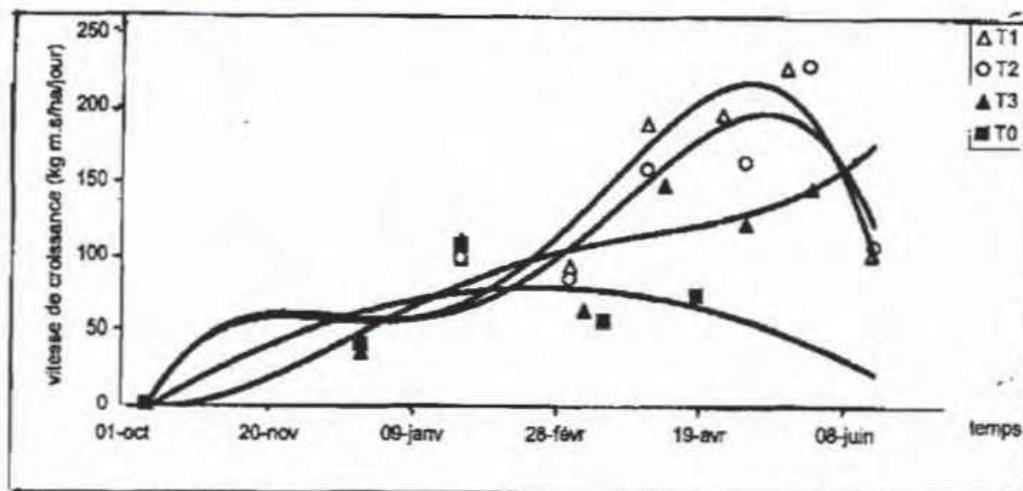


Figure 3 : Courbes de croissance obtenues par régression selon les traitements effectués durant la campagne culturale 2001/02

Elles donnent une illustration des différents niveaux de production et de productivité que cette variété Miscawi de bersim à haut potentiel de rendement peut atteindre selon la période de l'année et le niveau de régulation des contraintes du milieu (eau et fertilisation oligo-minérale). Les courbes représentées sont des régressions de type polynomial. Les équations des courbes obtenues sont regroupées sur le tableau 3.

La courbe de croissance obtenue à l'aide des résultats du traitement en pluvial (T0) de la première année (figure 2) exprime le reflet de ce qui est appelé " **potentiel sol** " du bersim c'est à dire sans modification des paramètres du milieu. Dans ce cas, la productivité est faible en hiver et ne dépasse pas les 70 kg m.s/ha/jour au printemps. La sécheresse printanière pénalise fortement la productivité. Selon le degré de satisfaction des besoins en eau de la culture par l'irrigation au printemps (traitements hydriques T1, T2 et T3), la vitesse de croissance s'améliore et atteint un maximum de 150 kg m.s/ha/jour pour le régime à l'ETM (traitement T1). Cependant, le rythme de coupe demeure le même que le traitement T0.

Tableau 3 : Equations des courbes de réponse obtenues par campagne et par traitement

Campagnes	Traitements	Equations	R ²
2000/01	T1	$-2.10^{-4} x^3 + 20,37 x^2 - 752358 x + 9. 10^9$	0,98
	T2	$-10^{-4} x^3 + 15,65 x^2 - 577818 x + 7. 10^9$	0,97
	T3	$6.10^{-5} x^3 - 6,67 x^2 + 247507 x - 3. 10^9$	0,99
	T0	$-10^{-4} x^3 + 12,6 x^2 - 465237 x + 6. 10^9$	0,90
2001/02	T1	$-10^{-6} x^4 + 0,16 x^3 - 9032,7 x^2 + 2. 10^6 x - 2.10^{12}$	0,98
	T2	$-9.10^{-7} x^4 + 0,139 x^3 - 7762,3 x^2 + 2. 10^6 x - 2.10^{12}$	0,97
	T3	$3.10^{-7} x^4 - 0,039 x^3 + 2198,4 x^2 - 5.10^7 x + 5.10^{11}$	0,80
	T0	$- 43. 10^{-4} x^2 + 321,7 x - 6. 10^8$	0,69

En 2001/02, la courbe obtenue en régime pluviale (T0, figure 3) traduit le **"potentiel climatique"** du bersim dans cette région lorsqu'on régule uniquement l'alimentation minérale de la plante. Elle permet une nette amélioration de la production en durée et fréquence durant la phase pluvieuse. Au printemps, l'effet fertilisation est nettement moindre car la culture est fortement pénalisée par le déficit en eau. Les performances de la culture restent similaires sinon moindres (sécheresse plus accentuée) à ceux de l'année 2000/01 en conduite pluviale.

La **"croissance potentielle"** découle de la courbe du régime à l'ETM obtenue lors de la campagne (2001/02) avec les deux paramètres modifiables du milieu (sol et eau) portés à un niveau non limitant (LEMAIRE, 1988). La productivité journalière atteint un maximum de 227 kg m.s/ha/jour en mai (sixième coupe, traitement T1).

Les trois niveaux de production sol, climat et croissance potentielle sont regroupés sur la figure 4.

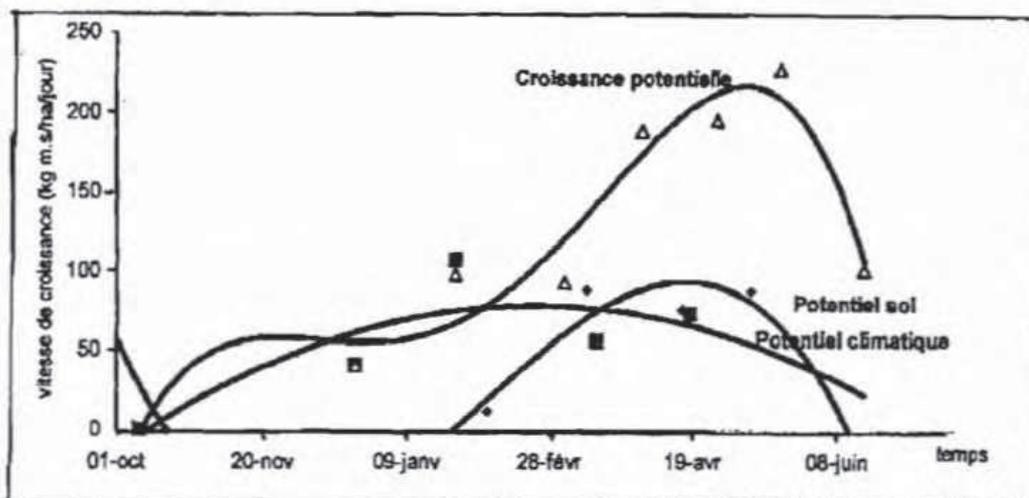


Figure 4 : représentation des potentiels sol, climatique et de la croissance potentielle de la variété de bersim Miscawi.

Signalons que le potentiel climatique coïncide avec la croissance potentielle durant la phase pluvieuse automne-hiver mais reste très éloigné durant la phase printanière.

CONCLUSION

Sur des essais en plein champ (semis précoce), nous avons étudié l'expression de la production de la variété Miscawi de bersim, à haut potentiel de rendement, selon le degré de régulation des contraintes du milieu par l'irrigation durant la campagne (2000/01) et l'irrigation et la fertilisation foliaire durant la campagne (2001/02). L'objectif étant de traduire les potentiels sol-climat et la croissance potentielle de cette variété la plus répandue au niveau du bassin laitier algérois (Mitidja) à climat sub-humide et hiver doux.

Durant les deux campagnes, les phases de sécheresses aléatoires ne sont apparues quasiment que durant la période printanière, phase critique, qui serait justement la plus favorable au bersim pour transformer à un meilleur taux l'énergie rayonnante en énergie assimilable.

En 2000/01, avec l'irrigation qui se fait entre une conduite potentielle (régime à l'ETM, T1) et un régime de déficit hydrique du sol jusqu'à concurrence d'un épuisement de 50% de la RFU (régime hydrique T3), les performances avérées de la culture ne sont pas atteintes et l'hypothèse d'une carence oligo-minérale du sol a été retenue et corrigée la campagne 2001/02 par une fertilisation foliaire effectuée tous les quinze jours après chaque repousse.

En 2001/02, l'amélioration des pratiques culturales (fertilisation et irrigation) a permis à cette variété de bersim d'exprimer de meilleurs résultats en conduite pluviale et surtout en irriguée : la production globale est de 25 t m.s/ha soit plus de 200 t/ha en vert (après six coupes) et l'équilibre relatif de la production entre l'hiver et le printemps est nettement amélioré.

Les courbes de croissance obtenues sont des régressions de type polynomial. La "**croissance potentielle**" découle de la courbe du régime à l'évapotranspiration maximale (ETM) obtenue en 2001/02 avec suppression de tout facteur agronomique limitant (fertilisation et eau).

Le potentiel climatique (fertilisation sans irrigation) coïncide avec la croissance potentielle durant la phase pluvieuse automne-hiver mais reste très éloigné durant la phase printanière.

Sur le plan pratique ces courbes permettent d'étudier ou de définir les limites d'utilisation du bersim selon le degré d'intensification envisagé et le niveau des besoins en fourrage vert du troupeau.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- LAUMONT P., 1951.-** "Une excellente plante fourragère méconnue : le trèfle d'Alexandrie", Documents et renseignements agricoles bulletin n° 173, Alger, 28p
- GAILLARD B., LEGOUPIL JC. et RUFFIN JC., 1977.-** "Le bersim ou trèfle d'Alexandrie, fourrage irrigué méditerranéen dans le haut Cheliff", *Agronomie tropicale*, 32, pp 364-376.
- LAPEYRONIE A., 1982.-** "les productions fourragères méditerranéennes. Techniques agricoles et productions méditerranéennes", G.P Maisonneuve & Larousse, tome I : 425p.
- GRAVES WL., WILLIAMS WA., 1996 and THOMSEN CD., 1996.-** "Berseem Clover", A Winter Annual Forage for California Agriculture, University of California Division of Agriculture and Natural Resources publication 21536, 12pp.
- LOUE A., 1987.-** "les oligo-éléments en agriculture", Agri Nathan, 339p.
- BOCKMAN OC., KAARSTAD O., LIE OH. et RICHARDS I., 1990.-** "Les engrais et leur avenir", *Agriculture et fertilisation, Norsk Hydro* :pp.99-206.
- Hnatyszyn M., Guais A., 1988.- " Les fourrages et l'éleveur", *TEC &DOC ; Lavoisier* : pp.174-257-362.
- FEYEN J., LELIEART J. et BADJI M., 1982.-** *Traité pratique de l'irrigation sous pression. A.G.C.D./A.B.O.S. K.U. LEUVEN*, 231p.
- ABDELGERFI A. et LAOUAR M., 2002.-** "Les espèces fourragères et pastorales, leurs utilisations au Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie)", *FAO, bureau régional du proche orient*, pp. 55-59.
- TAYLOR AS et ASHROFT GL., 1972.-** "Physical edaphology. The physics of irrigated and non irrigated soils", *W.H. Freeman and Co. (ed.)*, 553p.
- DOORENBOS J. ET PRUIT W.O., 1975.-** "Les besoins en eau des cultures", *Bull. FAO d'irrigation et de drainage n° 33, Rome*, pp. 30-51.
- HAMADACHE A., MANTOUCHE M., BOUSSASADI M. 1993.-** "La luzerne pérenne : une plante « pivot » pour les systèmes fourragers intensifs de la zone méditerranéenne", In : *management of mediterranean shrublands and related forage resources. FAO, CIHEAM*, pp.3-6.
- LEMAIRE G., 1988.-** Thèse de Doctorat "cinétique de croissance d'un peuplement de fétuque élevée pendant l'hiver et le printemps. Effets des facteurs climatiques. ", in: Hnatyszyn M., Guais A., " Les fourrages et l'éleveur", *TEC &DOC ; Lavoisier* : pp. 174.

LA CARIE DU BLE EN TUNISIE : ESSAIS DE QUELQUES FONGICIDES EN TRAITEMENT DES SEMENCES DU BLE TENDRE ET DU BLE DUR

NASRAOUI B. et BEDHIEF C.
Laboratoire de Phytopathologie
ECOLE SUPERIEURE D'AGRICULTURE DU KEF
(Tunisie)

R E S U M E

Quelques fongicides ont été essayés contre la carie du blé tendre (cv "Byrsa") et du blé dur (cv "Razzak") dans les conditions tunisiennes. Dans le cas du blé dur, l'attaque était faible (8 % d'épis cariés chez le témoin inoculé) et les fongicides essayés se sont montrés efficaces. Par contre, avec le blé tendre qui est très sensible à cette maladie (environ 80 % d'épis cariés chez le témoin inoculé), les fongicides flutriafol + thiabendazole (liquide ou poudre), tébuconazole (liquide) et triticonazole ont totalement supprimé la carie. Avec tébuconazole (poudre) et oxyquinoléate de cuivre type bétaxate + carboxine, l'infection n'a pas dépassé 10 % d'épis cariés. Les fongicides peu efficaces et qui sont à déconseiller sont: manèbe (CARIOS) et oxyquinoléate de cuivre type bétaxate (QUINOLATE PLUS SEMENCES).

Mots clés : Carie, fongicide, blé tendre, blé dur, Tunisie.

SUMMARY

Common bunt of wheat in Tunisia: Trials of some fungicides in seed treatment of common wheat and durum wheat. Some fungicides were tried against common bunt of common wheat (cv "Byrsa") and durum wheat (cv "Razzak") in Tunisian environment. For durum wheat, infection was very low (8 % of infected spikes in the inoculated control) and tried fungicides were shown to be effective. In contrast, with common wheat which was very sensitive to this disease (about 80 % of infected spikes in the inoculated control), the fungicides flutriafol + thiabendazol (liquid or powder), tebuconazol (liquid) and triticonazol have completely inhibited the infection. With tebuconazol (powder) and betaxate copper oxyquinoleate + carboxin, the disease have not exceeded 10 % of bunted spikes. The less effective fungicides which must not be advised were: maneb (CARIOS) and betaxate copper oxyquinoleate (QUINOLATE PLUS SEMENCES).

Key words : Common bunt, Fungicide, Common wheat, Durum wheat, Tunisia.

INTRODUCTION

La carie est l'une des maladies les plus importantes du blé dans le monde. En Tunisie, les deux espèces fongiques responsables de cette maladie ont été identifiées (NASRAOUI *et al.*, 1994). Il s'agit de *Tilletia laevis* (syn. *Tilletia foetida*) et *Tilletia tritici* (syn. *Tilletia caries*) dont les isolats du blé tendre ou du blé dur ne sont pas spécialisés vis à vis de ces deux plantes hôtes (NASRAOUI et BEDHIEF, 1995).

L'un des aspects les plus étudiés concernant la carie du blé est la lutte chimique par traitement des semences. Plusieurs fongicides ont été essayés et se sont montrés efficaces contre cette maladie. Parmi les matières actives efficaces testées seules ou en combinaison, durant les dernières années, on peut citer carboxine, cyproconazole, difénoconazole, flutriafol, prochloraze, tébuconazole, thiabendazole, triticonazole,... (BEGUNOV, 2000; CARIDDI et LOPS, 1996; GAUDET *et al.*, 1994; PAVLOVA et KOZHUKHOVSHAYA, 2001; SINGH et RAMESH, 1998).

En Tunisie, deux principales études ont été réalisées dans ce domaine. DJERBI *et al.* (1974) ont étudié une série de fongicides tels que carboxine, oxyquinoléate de cuivre, manèbe, mancozèbe et hexachlorobenzène. Plus tard, NASRAOUI *et al.* (1994) ont étudié l'effet de flutriafol acité de certains fongicides déjà utilisés et de tester l'action d'autres, afin de mettre plus de choix à la disposition du céréaliculteur tunisien et peut-être aussi maghrébin.

MATERIEL ET METHODES

1. Espèces fongiques

Nous avons utilisé un inoculum formé d'un mélange, à proportion égale, des deux espèces fongiques responsables de la carie en Tunisie. Ces deux espèces identifiées antérieurement sont (NASRAOUI *et al.*, 1994): *T. laevis* et *T. tritici*. Elles proviennent soit du blé tendre (cv "Florence-Aurore), soit du blé dur (cv "Karim") cultivés auparavant dans une parcelle de la station expérimentale de l'Ecole Supérieure d'Agriculture du Kef (nord-ouest tunisien, étage bioclimatique semi-aride).

2. Espèces végétales

Cette étude a été réalisée sur deux espèces de blé: blé tendre *Triticum aestivum* (cv "Byrsa") et blé dur *Triticum durum* (cv "Razzak") qui ont été cultivés séparément dans la station sus-mentionnée.

3. Fongicides

Nous avons étudié l'effet sur la carie des fongicides suivants :

- Flutriafol 2,5 % + thiabendazole 2,5 % (VINCIT F à la dose de 200 ml/q), fongicide systémique liquide (formé de deux matières actives) qui s'est montré précédemment très efficace (NASRAOUI *et al.*, 1994),
- Flutriafol 2,5 % + thiabendazole 2,5 % (VINCIT P à la dose de 200 g/q), fongicide systémique en poudre (formé de deux matières actives) identique au VINCIT F,
- Tébuconazole 6 % (RAXIL 060 FS à la dose de 50 ml/q), fongicide systémique liquide qui s'est montré précédemment très efficace (NASRAOUI *et al.*, 1994),
- Tébuconazole 2 % (RAXIL 2 DS à la dose de 150 g/q), fongicide systémique en poudre qui s'est montré précédemment efficace (NASRAOUI *et al.*, 1994),
- Manèbe 48 % (CARIOS à la dose de 200 g/q), fongicide de contact en poudre,
- Triticonazole 2,5 % (REAL 25 à la dose de 200 ml/q), fongicide systémique liquide,
- Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % (QUINOLATE PLUS SEMENCES à la dose de 200 g/q), fongicide de contact en poudre constituant une forme améliorée de QUINOLATE 15 SEMENCES connu en Tunisie par son inefficacité,
- Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate 10 % + carboxine 50 % (QUINOLATE PLUS V4X SEMENCES à la dose de 200 g/q), fongicide en poudre formé d'une combinaison d'oxyquinoléate de cuivre type bétaxate (agissant par contact) et de carboxine (agissant systématiquement) constituant une forme améliorée d'un autre fongicide à base d'oxyquinoléate de cuivre + carboxine (QUINOLATE V4X SEMENCES).

4. Inoculation des semences et traitement fongicide

Pour chacune des espèces de blé étudiées, des grains cariés ont été broyés jusqu'à l'obtention d'une poudre fine. Cette poudre a été, par la suite, mélangée avec les semences de blé en ajoutant quelques gouttes d'eau distillée pour augmenter l'adhérence des spores aux grains. L'inoculation a été réalisée à raison de 10 g d'inoculum/kg de semences. L'inoculum provenant du blé tendre a été inoculé au blé tendre et pareillement pour le blé dur. Deux jours plus tard, les semences inoculées ont été traitées en les mélangeant avec l'un des fongicides sus-indiqués.

5. Dispositif expérimental et conduite des essais

Pour le blé tendre et le blé dur pris séparément, le dispositif expérimental était celui des Blocs Aléatoires Complets avec trois répétitions. Chaque bloc comporte dix plots (1,2 m x 5 m): un plot pour chaque fongicide et deux plots témoins non traités (avec et sans inoculation). Chacun des deux essais a bénéficié des pratiques culturales habituelles de préparation du sol, de désherbage, et d'apport d'engrais. En outre, une irrigation complémentaire aux mois d'Avril et Mai de 50 mm d'eau au total a été apportée à cause d'une longue période de sécheresse qui a sévi pendant les mois de Mars, Avril et Mai. En effet, la quasi-totalité des pluies de la campagne agricole 1994/95 (391 mm) était tombée pendant l'automne. C'était une année exceptionnellement sèche.

6. Analyses statistiques

Dans le cas du pourcentage d'épis cariés, les analyses statistiques ont porté sur un échantillon de 100 épis/plot. Pour le poids spécifique, trois échantillons/plot ont été prélevés. Quant au rendement, il a été calculé en prenant en compte la totalité de la production en blé de chaque plot. Tous les résultats obtenus ont été soumis à une analyse de variance et les moyennes séparées suivant la plus petite différence significative (ppds).

RESULTATS

1. Pourcentage d'épis cariés

La figure 1, relative au blé tendre, montre que le témoin non inoculé et non traité a 18 % d'épis cariés. Par contre, lorsque les semences ont été inoculées sans être traitées, presque 80 % des épis sont cariés. Lorsque les semences ont été inoculées puis traitées aux fongicides, aucun épis n'est carié dans les cas de flutriafol + thiabendazole (liquide et poudre), de tébuconazole (liquide) et de triticonazole. Le taux d'infection des épis reste inférieur à 10 % dans les cas de tébuconazole (poudre) et d'oxyquinoléate de cuivre type bétaxate + carboxine. Par contre, l'utilisation de manèbe et d'oxyquinoléate de cuivre type bétaxate a été associée respectivement à 37 % et 55 % d'épis cariés (figure 1).

Dans le cas du blé dur (figure 2), le témoin inoculé et non traité a donné 8 % d'épis cariés. Lorsque ce témoin n'a été ni inoculé ni traité, le taux d'infection des épis est presque 2 % seulement. Pour tous les autres cas où les semences étaient inoculées et traitées aux fongicides, les épis étaient 100 % sains, à l'exception d'oxyquinoléate de cuivre type bétaxate où 3 % des épis étaient cariés.

2. Poids spécifique

Le poids spécifique du blé tendre (figure 3) est le plus faible dans le cas des semences inoculées et non traitées (inférieur à 520 g/l). La différence est significative avec le témoin non inoculé et non traité, ainsi qu'avec les traitements à flutriafol + thiabendazole (liquide et poudre), tébuconazole (liquide et poudre), triticonazole et oxyquinoléate de cuivre type bétaxate + carboxine (poids spécifiques entre 690 et 825 g/l avec des différences non significatives). Le traitement avec manèbe est associé à un poids spécifique intermédiaire (environ 650 g/l) qui n'est significativement différent qu'avec tébuconazole (liquide) et triticonazole. Quant au traitement avec oxyquinoléate de cuivre type bétaxate, il est associé également à un poids spécifique faible (presque 610 g/l) significativement différent des traitements avec flutriafol + thiabendazole (poudre), tébuconazole (liquide), triticonazole et oxyquinoléate de cuivre type bétaxate + carboxine (figure 3).

Dans le cas du blé dur (figure 4), bien que les poids spécifiques obtenus soient différents, cette différence n'est pas significative. Le poids spécifique le plus faible est proche de 640 g/l (témoin inoculé et non traité) et le plus élevé dépasse légèrement 830 g/l (traitement avec tébuconazole (poudre) et oxyquinoléate de cuivre type bétaxate + carboxine).

3. Rendement

Le rendement du blé tendre le plus faible (environ 3 q/ha) est obtenu dans le cas du témoin inoculé et non traité (figure 5). Il diffère significativement des rendements associés aux traitements avec flutiafol + thiabendazole (poudre), tébuconazole (liquide) et triticonazole (de 5,8 à 6,3 q/ha). Tous les autres cas ont donné des rendements intermédiaires compris entre 5 et 5,5 q/ha, à l'exception du traitement avec manèbe (4,1 q/ha) et oxyquinoléate de cuivre type bétaxate (presque 3,5 q/ha).

Les rendements obtenus avec le blé dur se situent entre 3,8 q/ha et 5,3 q/ha, sans aucune différence significative entre tous les traitements (figure 6).

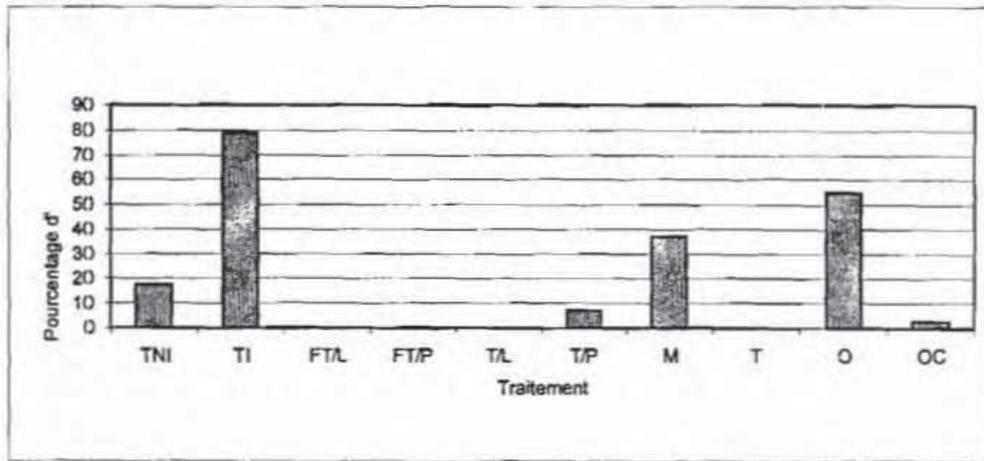


Figure 1 : Pourcentage d'épis cariés du blé tendre inoculé (TI) ou non (TNI) avec la carie ou inoculé et traité avec Flutriafol + Thiabendazole liquide ou poudre (resp. FT/L ou FT/P), Tébuconazole liquide ou poudre (resp. T/L ou T/P), Manèbe (M), Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate (O) ou Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate + Carboxine (OC) (ppds : 14,5).

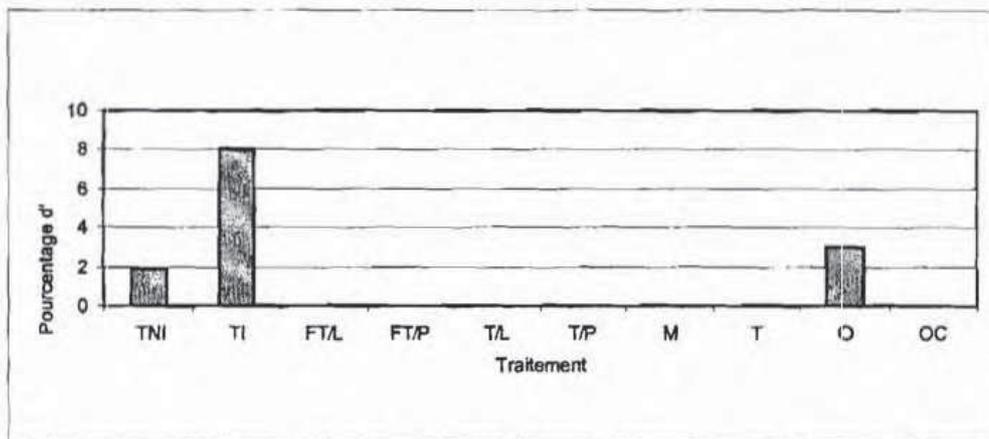


Figure 2 : Pourcentage d'épis cariés du blé dur inoculé (TI) ou non (TNI) avec la carie ou inoculé et traité avec Flutriafol + Thiabendazole liquide ou poudre (resp. FT/L ou FT/P), Tébuconazole liquide ou poudre (resp. T/L ou T/P), Manèbe (M), Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate (O) ou Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate + Carboxine (OC) (ppds : 3,9).

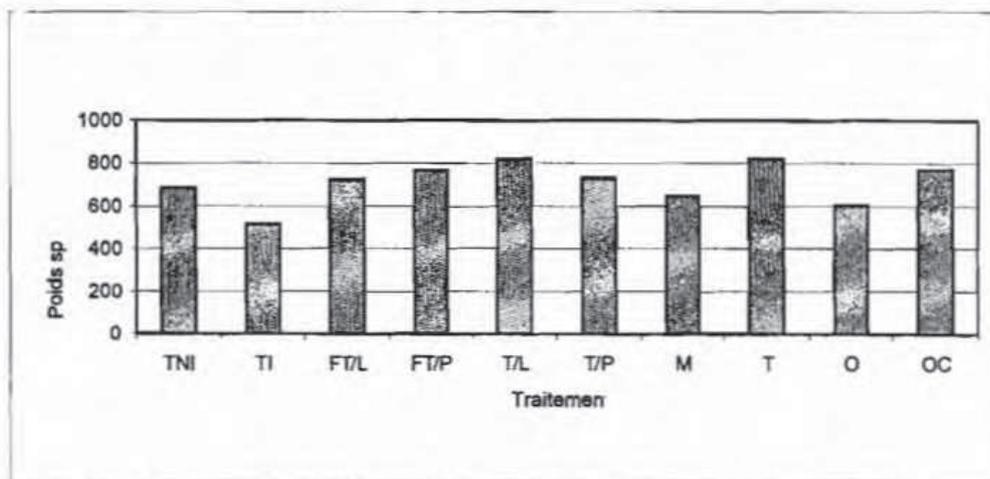


Figure 3 : Poids spécifique du blé tendre inoculé (TI) ou non (TNI) avec la carie ou inoculé et traité avec Flutriafol + Thiabendazole liquide ou poudre (resp. FT/L ou FT/P), Tébuconazole liquide ou poudre (resp. T/l ou T/P), Manèbe (M), Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate (O) ou Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate + Carboxine (OC) (ppds : 138).

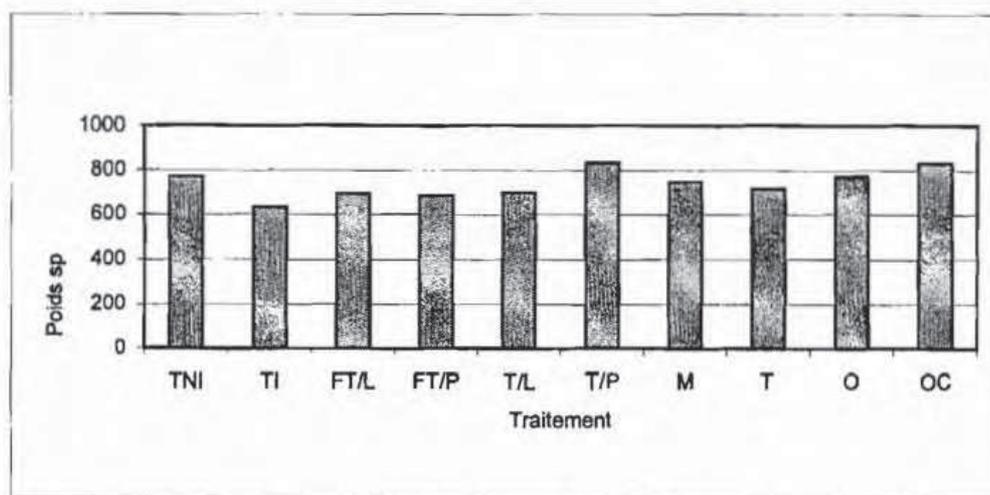


Figure 4 : Poids spécifique du blé dur inoculé (TI) ou non (TNI) avec la carie ou inoculé et traité avec Flutriafol + Thiabendazole liquide ou poudre (resp. FT/L ou FT/P), Tébuconazole liquide ou poudre (resp. T/l ou T/P), Manèbe (M), Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate (O) ou Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate + Carboxine (OC) (ppds : 193).

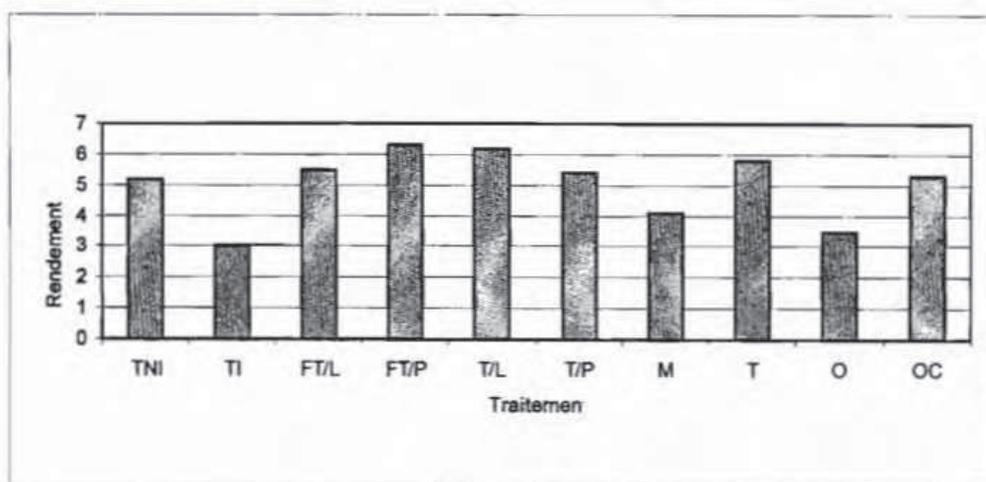


Figure 5 : Rendement du blé tendre inoculé (TI) ou non (TNI) avec la carie ou inoculé et traité avec Flutriafol + Thiabendazole liquide ou poudre (resp. FT/L ou FT/P), Tébuconazole liquide ou poudre (resp. T/l ou T/P), Manèbe (M), Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate (O) ou Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate + Carboxine (OC) (ppds : 2,1).

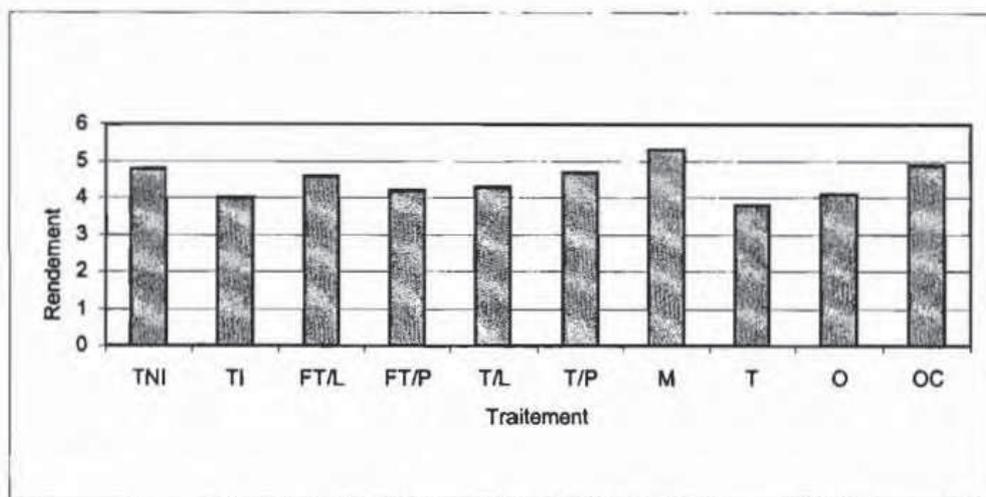


Figure 6 : Rendement du blé dur inoculé (TI) ou non (TNI) avec la carie ou Inoculé et traité avec Flutriafol + Thiabendazole liquide ou poudre (resp. FT/L ou FT/P), Tébuconazole liquide ou poudre (resp. T/l ou T/P), Manèbe (M), Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate (O) ou Oxyquinoléate de cuivre type bétaxate + Carboxine (OC) (ppds : 2,6).

DISCUSSION

La première remarque à noter dans notre travail est la très grande sensibilité du blé tendre (cv "Byrsa") à la carie: environ 80 % d'attaque après inoculation (figure 1). Par contre, le blé dur (cv "Razzak") était assez résistant à cette maladie: 8 % d'attaque seulement après inoculation (figure 2). Ces résultats confirment ceux de l'année précédente où le blé tendre (cv "Florence-Aurore") était hautement sensible à la carie par rapport au blé dur (cv "Karim") (NASRAOUI *et al.*, 1994). Lorsque le témoin n'est pas inoculé, l'infection relativement faible est obtenue à partir du sol fortement infesté par les essais de l'année précédente sur la carie.

Quant aux traitements fongicides et lorsque l'attaque est faible (cas du blé dur), tous les produits sont très efficaces (0 % d'épis cariés) à l'exception d'oxyquinoléate de cuivre type bétaxate qui est relativement moins efficace (figure 2). Par contre, lorsque l'attaque est sévère (cas du blé tendre), seuls les produits flutriafol + thiabendazole (liquide et poudre), tébuconazole (liquide) et triticonazole restent totalement efficaces (0 % d'épis cariés). Tébuconazole (poudre) et oxyquinoléate de cuivre type bétaxate + carboxine sont légèrement moins efficaces et n'arrivent pas à supprimer complètement la maladie. L'efficacité de manèbe et d'oxyquinoléate de cuivre type bétaxate reste très insuffisante car ils ne réduisent la maladie que de moitié ou d'un tiers respectivement (figure 1).

Les faibles degrés d'attaque sur blé dur n'ont pas eu d'influence sur le poids spécifique et le rendement. En effet, avec une faible infection par la carie (inférieur à 8 %), il était logique d'avoir des poids spécifiques et des rendements très proches pour tous les traitements (figures 4 et 6). Ces poids spécifiques et ces rendements remarquablement faibles sont attribués à l'année chaude et extrêmement sèche (1994/95). Le recours à l'irrigation complémentaire n'avait pas eu une grande influence en raison de la faible quantité apportée (environ 50 mm sur deux mois) dont une grande partie s'était rapidement évaporée sous l'effet de la chaleur printanière.

Dans le cas du blé tendre, les fortes attaques par la carie ont abouti à des poids spécifiques et des rendements plus faibles (figures 3 et 5). Les résultats obtenus sont attendus, à l'exception de quelques cas où le rendement du témoin inoculé et non traité n'était pas significativement différent de celui associé à certains traitements fongicides (figure 5). Ceci est probablement dû aux conditions climatiques extrêmement difficiles de l'année (1994/95) qui ont fortement limité le rendement et auraient ainsi masqué les différences entre certains traitements.

L'ensemble des résultats de ce travail sur les fongicides nous permet d'avancer les points suivants:

- la grande efficacité connue de flutriafol + thiabendazole et de tébuconazole (BEGUNOV, 2000; CHARIF-TAHRANI et OKOVAT, 1990; NASRAOUI *et al.*, 1994; SINGH et RAMESH, 1998) est confirmée,
- triticonazole et oxyquinoléate de cuivre type bétaxate + carboxine peuvent être considérés comme deux fongicides très efficaces et ceci converge avec certaines observations antérieures (PAVLOVA et KOZHUKHOVSHAYA, 2001),
- Dans les conditions de notre travail, tous les fongicides systémiques étaient efficaces (moins de 10 % d'épis cariés) à très efficaces (0 % d'épis cariés), tandis que les fongicides de contact ont eu une action très insuffisante,
- la grande différence d'efficacité entre oxyquinoléate de cuivre type bétaxate (agissant par contact) et oxyquinoléate de cuivre type bétaxate + carboxine est très probablement due à l'unique présence de carboxine (agissant systémiquement),
- l'ensemble de nos résultats confirme les caractéristiques de plusieurs fongicides anti-carie décrits par HAQUIN (1993).

En conclusion, il est donc préférable de conseiller l'utilisation de l'un ou l'autre des fongicides essayés pour lutter contre la carie du blé, à l'exception de manèbe (CARIOS) et d'oxyquinoléate de cuivre type bétaxate (QUINOLATE PLUS SEMENCES) en raison de leur faible efficacité. Les traitements de semences sont particulièrement recommandés dans le cas du blé tendre où les risques sont beaucoup plus grands qu'avec le blé dur.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BEGUNOV I. I., 2000.- Efficacy of treatments in winter wheat. Zashchita i Karatin Rastenii, 8 : 15 - 16 [Abstract].

CARIDDI C. et LOPS R., 1996.- Influence of seed dressing on wheat kernels contaminated and/or infected by some pathogenic fungi. Difesa delle Piante, 19: 71-80.

CHARIF-TEHRANI A. et OKOVAT M., 1990.- Effect of some fungicides on common bunt of wheat *Tilletia foetida* (Wallar.) Liro in irrigated and non-irrigated fields. Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent, 55 : 1015 - 1018.

DJERBI M., RAJAH A., ADJMI H. et MEKNI M. S., 1974.- Le charbon nu et la carie du blé en Tunisie: Importance et résultats des essais fongicides de la campagne céréalière 1972-1973. Archives de l'Institut Pasteur de Tunis, L1 : 61 - 86.

GAUDET D. A., PUCHALSKI B. J. et ENTZ T., 1994.- Effects of seeding date and cultivar susceptibility on effectiveness of carbathiin for control of common bunt (*Tilletia tritici* and *T. laevis*) in winter wheat in southern Alberta. Canadian Journal of Plant Pathology, 16 : 304 - 310.

HAQUIN F., 1993.- Traitements de semences de céréales: il faut encore y croire! Semences et Progrès, 76 : 15 - 28.

NASRAOUI B., YAHYAOUI A., FNAYOU S., KHABOUCHE H. et BEN HARRATH B., 1994.- La carie du blé en Tunisie : Identification des espèces fongiques responsables et essais de lutte chimique. Revue de l'INAT, 9 : 19 - 45.

NASRAOUI B. et BEDHIEF Ch., 1995.- La carie du blé en Tunisie: Absence de spécialisation physiologique chez *Tilletia foetida* et *Tilletia caries* vis à vis du blé tendre et du blé dur. Al-Awamia, 89, 39 - 47.

PAVLOVA V. V. et KOZHUKHOVSHAYA V. A., 2001.- Effectiveness of seed treatments against spring cereal smuts. Zashchita i Karatin Rastenii, 4 : 11-12 [Abstract].

SINGH K. P. et RAMESH P., 1998.- Performance of fungicides to control hill bunt of wheat in central Himalaya. Journal of Mycology and Plant Pathology, 28 : 206 - 208.

L'ANALYSE CANONIQUE DES CORRESPONDANCES APPLIQUEE A L'HYDROBIOLOGIE

TANDJIR L. ⁽¹⁾ et DJEBAR A. B. ⁽²⁾

⁽¹⁾ Université de Skikda, Dépt des Sciences Agronomiques
Laboratoire de la biologie animale, BP 26 Route
El-Hadaeik 21000 Skikda - Algérie.
Email : tandjir@yahoo.fr

⁽²⁾ Université de Annaba Institut des sciences de la Mer
Laboratoire d'Ecologie marine, BP. 13 Sidi Ammar
23000 Annaba - Algérie.

RESUME

Parmi les méthodes d'analyses statistiques adaptées à l'hydrobiologie, citons : l'Analyse des Correspondances (AC), l'Analyse des Composantes Principales :

(ACP), l'Analyse Factorielle Discriminante
(AFD) et l'Analyse Canonique des Correspondances (ACC).

Notre choix s'est focalisé sur l'ACC conduisant à des représentations graphiques pour étudier la faisabilité d'une éclosion pilote en eaux douces. Cette ACC est primordiale car elle traite les caractères qui sont répartis en groupes bien distincts. Ces caractères validant nos données sont les paramètres physico-chimiques (21 valeurs) et ichtyologiques (06 valeurs) du plan d'eau de Guenitra constituant le site de référence pour une exploitation durable des carpes chinoises stériles (*Cyprinus carpio* L) et des espèces autochtones.

A l'issu de ce procédé mathématique, les résultats laissent conclure que ce plan d'eau peut abriter cette éclosion pilote de laquelle tout l'hydro écosystème de la région sera peuplé en poissons contribuant à promouvoir la pisciculture à Skikda.

Mots clés : analyse canonique des correspondances, éclosion pilote, ichtyofaune, paramètres physico-chimiques.

THE CANONICAL ANALYSIS OF CORRESPONDENCE ADAPTED TO HYDROBIOLOGY

SUMMARY

Among the methods of statistical analysis adapted to the hydrobiology let us quote the analysis of the correspondence (AC), the principle component analysis (ACP), the discriminating factor analysis (AFD) and the canonical analysis of correspondence (ACC).

Our choice was focused on the ACC leading to charts to study the feasibility of pilot fresh water hatch. This ACC is of primary importance for it treats the characters wich are divided into quite distinct groups. These characters validating our data are the physico-chemical parameters (21 values) an ichtyological (06 values) of the water level of Guenitra constituting the site of reference for a durable exploitation of no fecondity Chinese carps (*Cyprinus arpio* L.) and of the species indigenous.

Final results concludes that this plan can shelter this pilot hatch from wich the hydro ecosystem of the area will be populated contributing to promote fish farm to Skikda.

Key words : analysis canonic correspondence, pilot, hatchery, ichtyofaun, factors physico-chemical.

التحليل القانوني للموافقة تطبيقي للهيديبيولوجيا

الملخص

من بين الطرق التحليلية الإحصائية المكيفة للهيديبيولوجيا نحدد تحليل الموافقات التحليل إلى عناصر الأساسية / التحاليل المميز و التحليل القانوني للموافقة.

اختيارنا يرتكز على التحاليل القانوني للموافقة المودي إلى المتمثلات البيانية.

من اجل دراسة إصلاحية تفقيص نموذجي في المياه العذبة هذا التحليل القانوني للموافقة أولي لأنه يعالج الخصائص الموزعة على مجموعات متميزة / خصائص ناجمة على معطياتنا / عوامل الفيزيوكيميائية 21 عنصر / و سمكية 06 عنصر لمستويات الماء لسد قنيطرة / سكيكدة. الجزائر / مكونة الموقع المرجعي لاستغلال دائم لاشبوط الصيني و أصناف محلية.

من خلال هذه الطريقة الرياضية نسمح باستنتاج بان هذا المستوى يحتوي على تفقيص نموذجي الذي منه يتم زراعة كل الأنظمة المائية المساهمة في تحسين الزراعة المائية المنظمة.

الكلمات المفتاحية : التحليل القانوني للموافقة، الهيديبيولوجيا،

تفقيص نموذجي، عوامل الفيزيوكيميائية، سمك.

Introduction

L'élevage apprécié ou demandé des poissons d'eau douce ou de mer est une activité commerciale spéculative procurant une protéine sur le marché. Comme la région de Skikda renferme un potentiel riche de plans d'eau (barrage, oueds et étangs), il est judicieux de les mettre en valeur par l'installation d'une éclosérie pilote qui a nécessité une simulation adéquate des données physico-chimiques (21) voire ichtyologiques composées de six (06) espèces et concrétisant la mise en valeur aquacole dans cette région.

Ce travail s'inspire du fond documentaire suggéré par les références académiques, particulièrement celles touchant le poisson [1, 4, 6, 9, 12 et 22] et contribuant à sa meilleure gestion environnementale [3, 5, 11, 18, 23 et 24].

Ainsi, la carpe chinoise infertile, importée de la Hongrie en 1985 et 1989, peut être reproduite dans l'éclosérie projetée avec la technique du génie génétique. Pour ce faire, nous nous sommes intéressés aux éléments ci-après :

Choix des sites d'étude

Le choix de la retenue d'eau "Guenitra" (carte) est lié à l'exploitation durable des carpes chinoises stériles (*Cyprinus carpio* L.), exploitation renforcée en peuplant les autres eaux de la région.

La réserve hydrique de Guenitra est caractérisée par une capacité de 125 millions de m³ (capacité utile de 115.5 M m³) et un volume annuel régularisé de 48 M m³ (côtes de la retenue normale 164 m, minimale 133 m et maximale 167.7 m) [16]. Nous y projetons une éclosérie pilote pour mettre à la disposition des pisciculteurs des espèces de poissons reproductibles (semences).

Pour asseoir ce projet, nous avons relevé mensuellement les paramètres physico-chimiques et ichtyologiques (27 variables) sur 10 stations d'échantillonnage (huit affluents de la retenue, tour de contrôle et déversoir).

L'activité piscicole implantée à l'aval de l'agglomération d'Oum Toub intéressera tous les plans d'eau de la Wilaya, entre autres les étangs de Ben Azzouz et les trois autres barrages : Zerdazes (El Harrouch), Beni Zid (Collo) et Zit El Amba (Bekkouch Lakhdar) et les principaux oueds : Guebli, Kebir est et ouest, Saf Saf, etc.

Etude ichtyologique

L'ichtyofaune regroupe six espèces de poissons dont trois cyprinidés importés de Hongrie : il s'agit des carpes noires, argentées et miroir. L'anguille, le bardeau et l'ablette en constituent les animaux aquacoles autochtones à exploiter potentiellement.

En plus des plans diversifiés d'eau douce, trois ports de pêche, sur un littoral de 150 km (El Marsa, Stora et Collo) (carte), nous offrent des géniteurs semi-halins (mulet, daurade et alose) variant la population de l'écloserie par l'obtention des œufs et des juvéniles et l'élevage des géniteurs..

Etude physico-chimique

Les paramètres physico-chimiques regroupent 21 éléments (voir ci-contre) et ont une influence directe sur le biotope aquacole (nourriture, abri, zone de reproduction, de repos, ..) notamment par la diversité des éléments minéraux (calcium, magnésium, chlorures, sulfates, etc.).

Etude statistique

Le but est d'examiner la possibilité d'existence des poissons dans un site hydrobiologique et d'étudier les de la mine de fer de Sidi Kamar sur la consommation de ces poissons par la population (étude entamée sur les contenus stomacaux voire la chair).

Pour ce modèle de traitement de données statistiques, nous avons opté pour l'Analyse Canonique des Correspondances (ACC) faisant appel au logiciel "SIMCA" (Signification Information Multiple Canonique Analyse) car elle permet de comprendre les combinaisons linéaires qui existent entre un groupe de variables à expliquer et un autre groupe de variables explicatives.

L'ACC exprime d'une certaine manière le pouvoir explicatif de chacune des variables explicatives (poissons) et le degré d'explication des variables à expliquer (paramètres physico-chimiques) [7], [15], [20]. Ces variables sont au nombre de 21 analysées, testées et mesurées *in situ* et en laboratoire.

Il s'agit de la température (temp.), la conductivité (cond.), le pH, la turbidité (turb.), la demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO) et la demande chimique en oxygène (DCO), les nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-), les phosphates (PO_4^-), la silice (SiO_2^-), les matières en suspension (MES), la salinité (sal.), les solides dissous (SD), les solides en suspension (SES), le calcium (Ca^{2+}), le magnésium (Mg^{2+}), le potassium (K^+), le cuivre (Cu^{2+}), le zinc (Zn^{2+}), le plomb (Pb^{2+}) et les chlorures (Cl^-).

Plusieurs auteurs admettent que ces paramètres ont une influence sur le métabolisme de l'animal aquatique [3], [4], [5], [11], [16], [19], [21], [23], [24].

Quant aux six (06) poissons, ils regroupent la carpe noire (carp N) ou Carpe herbivore *Ctenopharyndodon idella* Val, la carpe argentée (carp A) *Hypophthalmichthys molitrix* Val., la carpe marbrée (carp M) *Aristichthys nobilis* R., les barbeaux (barb) (*Barbus callensis* L.), les anguilles (ang) (*Anguilla anguilla* L.) et les ablettes (abl) (*Alburnus alburnus* L.). [1], [2], [4], [6], [8], [9], [10], [17], [18], [22].

L'interprétation des résultats biométriques montre que l'écosystème "retenue d'eau Geunitra" abrite ces espèces qui, en les multipliant, favorisent une activité piscicole par la mise en valeur des plans d'eau ayant de semblables compositions physico-chimiques [13], [14].

Ainsi, nous rappelons que la température, les matières en suspension, les solides dissous et les solides en suspension sont des paramètres physiques.

Matériel et méthodes

Les paramètres physico-chimiques et ichthyologiques sont traités statistiquement pour visualiser la présence effectivement significative sur la zone prospectée.

Nous avons pris mensuellement des échantillons d'eau sur 10 stations : aux embouchures des huit affluents (Cherfa, Fessa, Kebir, Kerache, Magramène, Bou, Sedjane et Boulekrachef), au déversoir de la retenue et à sa tour de contrôle (fig. 1). De même, on a relevé le nombre moyen des poissons capturés par des pêcheurs à l'aide de la canne à pêche.

Ces paramètres physico-chimiques sont évalués, entre autres, par des techniques de la spectrophotométrie à absorption atomique qui restait le principal outil d'intervention.

Nous avons aussi procédé au relevé des caractéristiques du sol regroupant les textures (sable, limon, argile, argile - sable, argile - limon, sable - limon, sable - argile, limon - sable et limon - argile). Ce relevé est complété par des données météorologiques qui décrivent les températures, les précipitations, les évaporations, les insolation et les vents [9, 16, 20, 22, 23].

Enfin les caractères hydrogéomorphologiques ont été mesurés *in situ*. Ce sont concerné le débit (débitmètre), la vitesse (saumon et moulinet), la profondeur d'eau (disque de Secchi), la largeur et la profondeur du cours d'eau (ruban gradué). Les bassins versants et les gradients hydrauliques, spécifiques à chaque station, ont été estimés au moyen de la carte topographique de l'Institut National de Cartographie d'Algérie -éch. 1/25000 [16].

Seuls les paramètres physico-chimiques et les poissons ont fait l'objet d'un traitement statistique réalisé au moyen du logiciel "SIMCA" [7, 15, 20].

La "SIMCA" nous a facilité l'obtention de variables dispersées dans des plans de graphes expliquant les valeurs d'un paramètre donné en corrélation avec un autre. Ainsi, les données physico-chimiques et ichthyologiques sont en PLS (Partial Least Square) c'est-à-dire Liste carrée partielle.

Résultats et discussion

L'étude des 27 variables en lignes sur les 10 zones en colonne (08 affluents et 02 sites du barrage Guenitra) de janvier à décembre 2001, l'Analyse Canonique des Correspondances (ACC) a permis de dresser les figures suivantes (plans et axes) mettant en évidence les facteurs physico-chimiques de l'eau et les poissons y nichant :

Figure 1 : Data, M1 (PLS), Untitled t[1]/ t[2]

Echelle temps (mois) graphe 1 :

Selon les plans de projection nous avons :

Plan 1-2 : les valeurs de janvier et février sont, en partie, extrêmes (s'éloignant du barycentre),

Plan 2-3 : les valeurs des mois d'avril se rapprochent du barycentre de tout l'échantillonnage (forte explication des variables). Seule les valeurs du mois d'octobre sont extrêmes,

Plan 3-4 : il y a une représentativité sur l'axe des abscisses et les valeurs de septembre et d'octobre se positionnent sous l'axe des abscisses contribuant à l'explication de ces valeurs,

Plan 4-1 : toujours les deux mois janvier et avril s'éloignent du centre du graphe (explication peu significative),

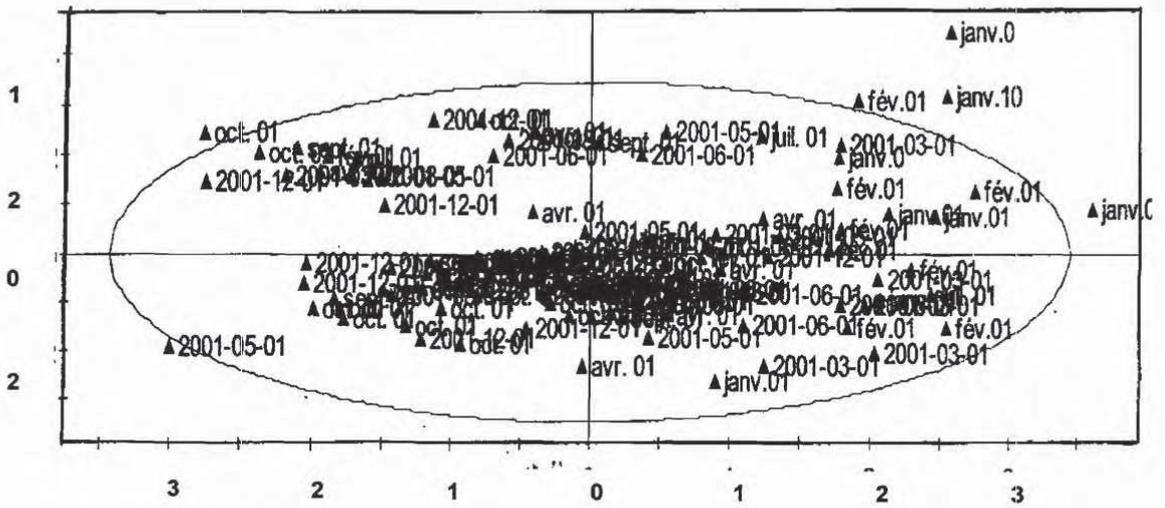


Figure 1 : Data, M1 (PLS), Untitled t[1]/ t[2]

Figure 2 : Data, M1 (PLS), Untitled t[1]/ t[2]**Echelle milieu (stations) graphe 2 :**

Plan 1-2 : les valeurs extrêmes s'affectent aux stations (st.) : 2, 6, 8 et 16 (4^e st.), puis 10, 26 (2^e st.), 46 (2^e st.), 66 (6^e st.) et 86 (2^e st.),

Plan 2-3 : seule la deuxième station (2^e st.) est extrême. Ainsi des valeurs s'éloignent du barycentre et se résument en stations : (1^e st), (8^e st), (9^e st) et (4^e st),

Plan 3-4 : seule la station (2^e st) est en position de corrélation négative extrême. Les valeurs se regroupent et se tendent pour les stations : (7^e st), (9^e st), (8^e st), (2^e st) et 46 (6^e st),

Plan 4-1: les stations 4, 1, 2 et 3 sont à la périphérie du cercle de répartition des corrélations et les stations 7, 8 et 1 sont bien alignées sur l'abscisse,

L'on peut dire que les nuages de points (facteurs physico-chimiques) expliquent 95 % de la totalité de l'échantillonnage et les 5 % restant se partagent entre les six stations 2, 8, 6, 4, et 3.

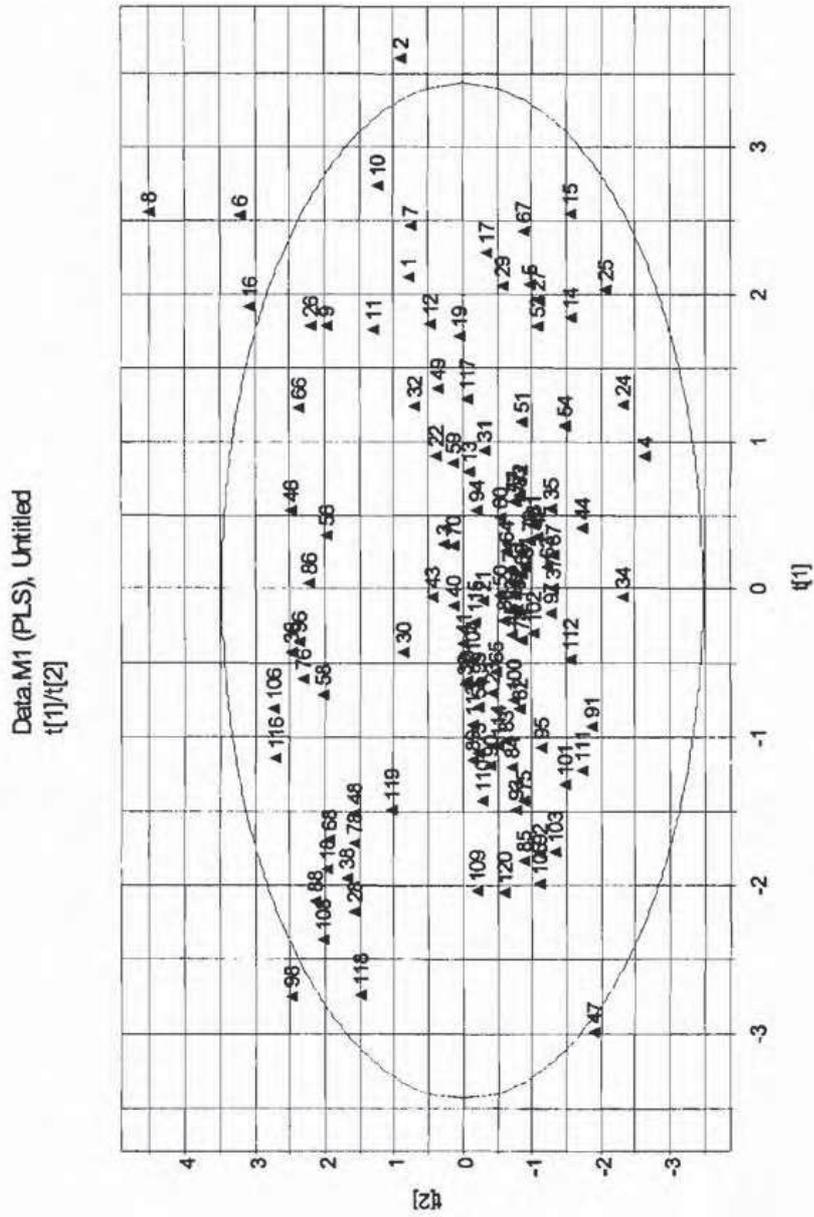


Figure 2 : Data, M1 (PLS), Untitled t[1]/ t[2]

Figure 3 : Data, M1 (PLS), Untitled w*c[1]/ w*c[2]

Echelle espèces ichthyologiques : graphe 3

Plan 1-2 : Ablette (Alb) et Barbeau (Bar) seuls se trouvent sur ce plan tolérant Cl confondus avec turbidité, SiO₂, O₂ et modérément Zn,

Plan 2-3 : la carpe miroir (carpM) est corrélée aux éléments solides en suspension et dissous, K, Fe et Mg,

Plan 3-4 : l'anguille (Ang) et la carpe argentée (carpA) se familiarisent avec le DCO, le Pb, la conductivité, le cuivre, le pH et le Cu,

Plan 4-1: la carpe noire (carpN) est corrélée avec les Ca et DCO, puis avec les NO₃ et température et enfin les NO₂ et PO₄

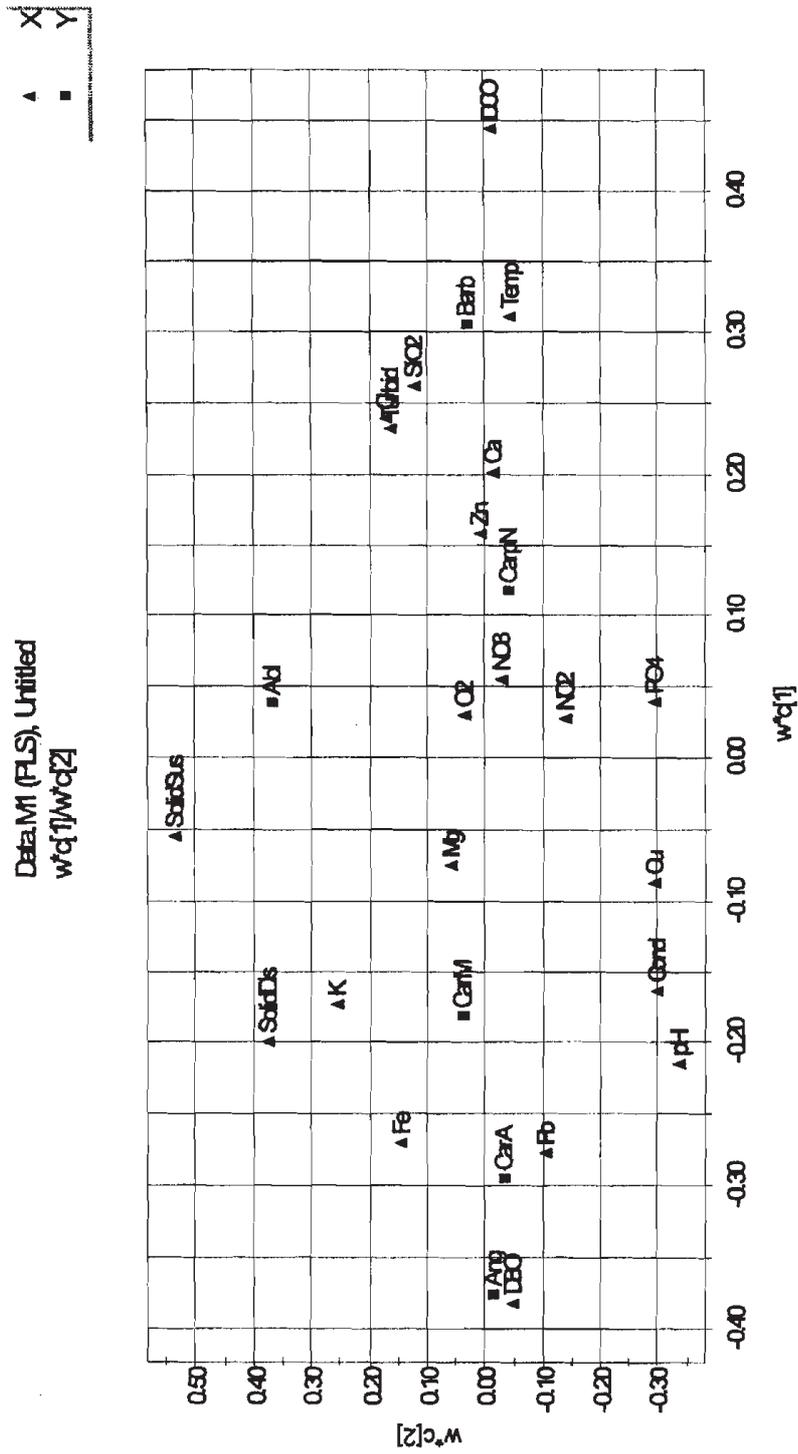


Figure 3 : Data, M1 (PLS), Untitled w*c[1]/ w*c[2]

Figure 4 : Data, M1 (PLS), Untitled VIP[3]/var ID [primary]**Echelle des contributions des valeurs : graphe 4**

En consultant cet histogramme, on remarque que les contributions sont décroissantes et s'affectent aux : demandes biologiques et chimiques en oxygène, solides en suspension, températures, plomb, pH, solides dissous, fer, turbidité, oxygène dissous, silice, phosphates, nitrates, calcium, chlorures, conductivité électrique, potassium, cuivre; nitrites, zinc et magnésium.

Ainsi, les paramètres physico-chimiques et les espèces des poissons sont repérés sur les graphes expliquant que les valeurs s'éloignent peu des normes piscicoles telles que : l'oxygène dissous, les matières en suspension, la turbidité, la conductivité électrique, les solides dissous et en suspension,...

Une étude ayant trait à la parasitologie, bactériologie et planctons est en cours (phytoplancton et zooplancton). Ceci illustre l'hydroécosystème de Skikda et permet de valoriser au même titre que les parcelles agricoles.

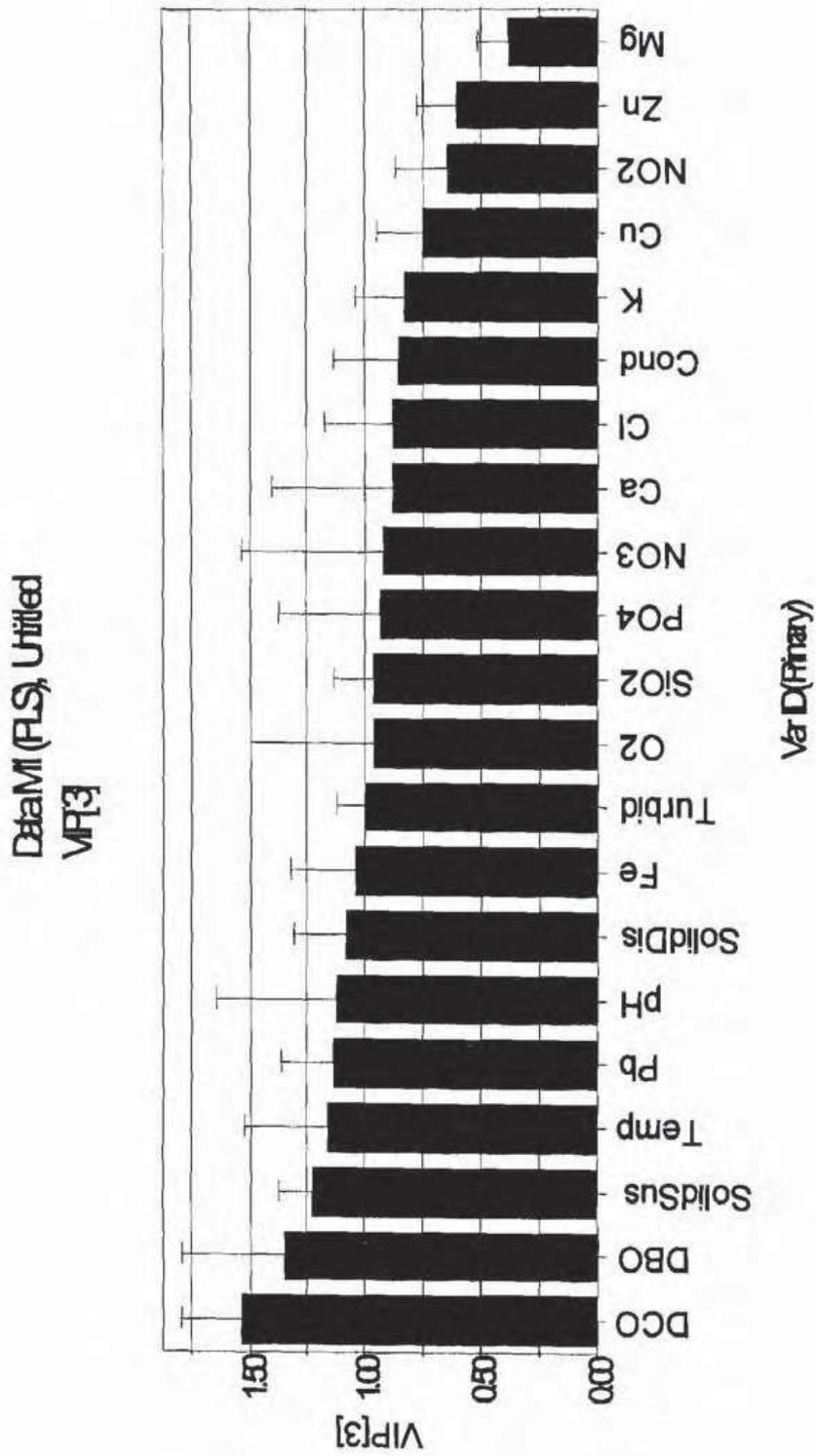


Figure 4 : Data, M1 (PLS), Untitled VIP[3]/var ID [primary]

CONCLUSION ET PERSPECTIVE

L'analyse des correspondances, l'analyse factorielle discriminante et l'analyse canonique ont été testées, en premier abord, le choix qui s'est fixé sur l'ACC. L'ACC a conduit à des représentations graphiques significatives des paramètres hydrobiologiques et ichtyologiques, signification relatant l'existence des poissons dans une niche biotique et abiotique adoptant ces animaux à respiration branchiale (chimie des eaux entrant dans les normes pour une pisciculture intensive).

Ainsi, la méthode d'ACC a éclairé l'acceptabilité de la retenue d'eau "Guenitra" pour un projet d'écloserie pilote dans le souci de mise en valeur aquacole et de promotion de l'aquaculture dans la région par un approvisionnement durable et continu en matériel biologique (œufs, juvéniles et géniteurs) des eaux douces voire saumâtres (mulet, daurade, alose) des embouchures des oueds Kebir est, Guebli, Bibi, etc.

Les valeurs obtenues par cette approche typologique révèlent que l'eau a des caractéristiques compatibles avec la biologie de nos espèces : la température varie d'une amplitude de 5 °C toute l'année, les précipitations avoisinent les 800 mm annuels en moyenne, la retenue est alimentée par huit (08) affluents, la minéralisation des eaux assure une chaîne trophique aux poissons.

Les données moyennes mensuelles hydrogéomorphologiques (débit, vitesse du courant d'eau, largeur et profondeur de l'eau, longueur, gradient hydraulique des affluents, tour de contrôle et déversoir du barrage) et météorologiques (température, précipitation, évaporation, insolation et vent) n'ont pas été traitées statiquement mais relevés pour comprendre leurs liens avec la chimie de l'eau et les poissons y habitant.

Ces résultats, comparés à la bibliographie, entre autres, [1,6, 9, 22] s'avèrent tolérer une présence de familles des cyprinidés, cichlidés, anguillidés voire salmonidés nichant à l'amont des affluents (eaux froides et substrats graveleux), en référence à la truite de l'oued Zhor (Collo).

Cette approche de traitement des données de poissons et de leur écologie s'élargira à d'autres sites aquacoles. Ces sites s'inventorient actuellement pour trouver de semblables hydroécosystèmes abritant une activité piscicole, activité permettant de gérer le patrimoine hydrique pouvant être empoissonné par des espèces aquacoles issues d'écloseries projetées.

La gestion pérenne piscicole est assurée par la recherche appliquée des étudiants de l'université de Skikda (génie génétique, technique de conduite, nutrition, lutte contre les bio agresseurs et marketing) contribuant au développement de la pisciculture par des associations ou coopératives à but socio-économique.



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBIGES G. PIERRE D., 1989.-** Pisciculture d'étang. Ed. Cemagref, 52 p.
- BAROW C.J., 1999.-** Environmental management : principles and practice. Routledge, London and Ney York. 185 p.
- CARTER R.W.C.,1989.-** Coastal environments and introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines. Academic Press, London. 155p.
- CHAMPIAT D. ET LARRENT J.P., 1994.-** Biologie des eaux. Méthodes et techniques. Edit.Eyrolles, Paris. 172 p.
- DEGREMONT TRAITEMENT DES EAUX DE CONSOMMATION, 1978.-** Paris. 8^e édit., 584 p
- DE KINKELIN., 1985.-** Précis de pathologie des poissons. Office International des Epizooties. INRA. 142 p.
- DE RUYCK A.M.C., 1995.-** Soares A.G. and Mclachlah A.. Factors influencing human beach choice on Three South African beaches : a multivariate analysis, GeoJournal, (36) 4 : 345 – 352
- European Commission, 1999.-** Pour un tourisme côtier de qualité. La gestion intégrée de la qualité (GIQ) des destinations touristiques côtières. European Community. Luxembourg. 257 p.
- F.A.O., 1998.-** Pisciculture d'étang. 242 p. (catalogue).
- GRENON M. and BARISSE M. 1989.-** Futures for the Mediterranean Basin. Le Blue Plan. Oxford University, U.K. 202 p.
- GUELIN A., LEPINE P. et LAMBLIN J.P., 1999.-** Pouvoir bactéricide des eaux polluées et rôle du Bdellovibrio bacteriovorus, Ann, Institut Pasteur. 113, 660 –665,1967.
- HENRI R., 1979.-** Fondements théoriques du traitement biologique des eaux. Edit. Technique et Documentation. 175 p.
- Houille Blanche-Revue Internationale de l'eau, 1996.-** Instrumentation pour l'hydrométrie, l'hydrogéologie, la météorologie et le contrôle de l'environnement O.T.T. 288 p.
- Institut National de Cartographie, 1962.-** Cartes géologiques de l'Est Algérien. E=1/25000.

- JOEGENSEN S.E., 1994.-** Fundamental of ecological modelling, Amsterdam, Elsevier, 628 p.
- Ministère de l'Hydraulique. 1963.-** Etude pour l'évaluation de la qualité de l'eau au barrage Guénitra –El-baraka- Intecsa Espagne. 196 p.
- MARQUES J.C. 2001.-** Diversity, biodiversity, conservation and sustainability. The scientific World, 1, 534 - 543.
- MCLACHLAH A., 2001.-** Coastal beach. Ecosystems. Encyclopedia of biodiversity. Volume1. Academic Press. London. 741 – 751.
- RAMADE F., 1979.,** Ecotoxicologie. Edit Masson. Pp . 154 -157
- RENSHAW E., 1991.-** Modelling biological population in space and time, Cambridge University Press. 403 p.
- RODIER J., 1978.-** Analyse chimique et physico-chimique de l'eau. Ed. DUNOD. 435 p.
- SCHLUMBERGER D., 1997.-** Mémento de pisciculture d'étang. Ed. Cemagref, 150 p.
- TANDJI L., 1998.-** Etude de la chimie de l'eau du barrage Guenitra (W.Skikda). (1998). 15 p.
- WASSON S. J., 1993.-** Une approche systémique de la gestion de l'eau : Utopie ou avenir ? L'eau en Loire Bretagne 52, 25 – 28.

SOMMAIRE

ADDAR A., ABDELKRIM H. et YAHY N.- Analyse dynamique d'une succession végétale de la série a <i>Cedrus atlantica</i> dans le massif du Tigounatine (Djurdjura).....	01
BENADJAOU D. et AÏD F.- Effets de quelques traitements physico-chimiques et de la température sur la faculté germinative des graines de <i>Parkinsonia aculeata</i> L.	19
CHAKALI G.- Statut spécifique de l'hylésine <i>Tomicus</i> (coleoptera scolytidae) de la région semi-aride de Djelfa (Algérie)	31
FERRAHI M.O. et DJEMA A.- Identification et répartition écologique de la pédofaune dans la forêt de Yakouren (Wilaya de Tizi-Ouzou).....	43
ISSOLAH R. et GIOVANNETTI J.F.- capitaliser et valoriser les résultats de la recherche agricole a travers la mise en place d'un système national d'information. L'exemple du Réseau Algérien de Documentation Agricole, RADA.	59
KHELIFI L., KHELIFI-SLAOUI M., MORSLI A. et OURDANI L.- Influence de l'équilibre hormonal sur la callogénèse et l'initiation de l'embryogenèse somatique chez le Palmier dattier (<i>Phoenix dactylifera</i> L.) : variété Deglet Nour.....	73
MERABET B. et BOUTIBA A.- Effet de l'irrigation de complément sur quelques variétés de blé dur dans une région semi-aride (plaine du Chelif)....	89
MERABET B., BASSAID F., SEYBOU M., et ABDELGERFI A.- Modélisation des potentiels de production d'une variété de trèfle d'Alexandrie (<i>trifolium alexandrinum</i> L.) en zone sub-humide méditerranéenne.....	109
NASRAOUI B. et BEDHIEF C.- La carie du blé en Tunisie : Essais de quelques fongicides en traitement des semences du blé tendre et du blé dur	127
TANDJIR L. et DJEBAR A. B.- L'analyse canonique des correspondances apiquée à l'hydrobiologie.....	139