

Volume 28, N°1 et 2, Année 2007 – ISSN : 1111-5432



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

REVUE SEMESTRIELLE

Annales de l'Institut National Agronomique

«Revue semestrielle» Volume 28, N°1 et 2, Année 2007

Directeur de la publication

DAOUD Y. 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

MEKLIICHE L. Maître de conférences

AIDAOUI A. Maître de conférences

AMMOUCHE A. Maître de conférences

BELLAL M. M. Professeur

SELLAMI M. Maître de conférences

Comité de lecture

ACHOUICHE A. (Prof.), INES Agro. Blida (Algérie)
ABROUSSE O. (M.C.), USTHB Alger (Algérie)
AID F. (Prof.), USTHB Alger (Algérie)
AROUAYS 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)
BENMOUSSA M. (Prof.) INES Agro. Blida (Algérie)
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)
CHABACA R. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
CHAIBE S. (Prof.), Illinois (U.S.A.)
CHEHAT F. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
CHIBANE M. (M.C.), Université de Béjaia (Algérie)
DERDOUR H. (Prof.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
DESTAIN M.F. (Prof.), Lab.Méc.Ag.Gembloux(Belgique)
DJILLI K. (Prof.), 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.), SNES 49071 Beaucouzé(France)
GUEZLANE L. (Prof.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
HACENE H. (Prof.), U.S.T.H.B. Alger (Algérie)
HALITIM A. (Prof.), Université de Batna (Algérie)
ISBERIE C. (Doct.), C.E.M.A.G.R.E.F. (France)
KAMELI A. (Prof.), E.N.S. Kouba Alger (Algérie)
KHELIFI L. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
LAMBERT J. (Prof.), U.C.L. 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.), Université Cathol. de Louvain (Fr.)
LIEUTIER F. (Prof.), Université d'Orléans (France)
LOUANCHI F. (M.C.), ISMAL Sidi Fredj Tipaza (Algérie)
LOUANCHI M. (M.C.), I.N.A. El-Harrach Alger (Algérie)
MAALI A. (M.C.), Université de Béjaia (Algérie)
MACIAS F. (M.C.), Univ. de Santiago de C. (Espagne)
MOUHOUCHE B. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
MUGNIERY D. (D.R.), I.N.R.A. Rennes (France)
MUNAUT A.V. (D.R.), U.C.L. Louvain-la-Neuve(Belgique)
NEFZAOUI A. (Prof.), I.N.R.A. Tunis (Tunisie)
OUNANE S.M. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
SAADOUNE D. (Prof.), Université de Béjaia (Algérie)
SENHADJI K. (Prof.), Facult. Méd. Lyon (France)
SOLTANI N.E. (Prof.), Université de Annaba (Algérie)
TRIKI S. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)
VOISIN J.F. (Doct.), Labo. Zool. Mam. Ois. Paris (Fr.)
YEKHLIF H. (M.C.), INA El-Harrach Alger (Algérie)

Technique et reprographie

MAHMOUDI M. : Administrateur (D.P.G.R.)

EDISSI A. Service Reprographie (INA)

Abonnements et échanges

Institut National Agronomique
Département Documentation et Information
Hassan Badi 16200 El-Harrach Alger (ALGERIE)

Tél : + 213 (0) 21 52 19 87 et 89

Fax : + 213 (0) 21 82 27 29

Email : ina@ina.dz Site WEB : <http://www.ina.dz>

Volume 28, N°1 et 2, Année 2007 – ISSN : 1111-5432

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

REVUE SEMESTRIELLE

COMPORTEMENT DES PLANTULES DE COLZA *Brassica napus* EN PRESENCE D'UN BLEACHING HERBICIDE LE NORFLURAZON

ABROUS-BELBACHIR O.⁽¹⁾, BOULAHIA K.⁽¹⁾,
KHELIFA-BEGGAH N.⁽¹⁾ et BENHASSAINE-KESRI G.⁽²⁾

⁽¹⁾ Laboratoire de Biologie et Physiologie des Organismes, Equipe de Physiologie Végétale, Faculté des sciences Biologiques, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, BP 39, El Alia, Bab Ezzouar, Alger, Algérie,

⁽²⁾ Laboratoire de Physiologie Cellulaire et Moléculaire, Université Pierre et Marie Curie (UMR 7632 CNRS, Casier 156 . Le Raphaël, 3 Rue Galilée . 94200 Ivry sur Seine. France.

R E S U M E

Des plantules de colza *Brassica napus* L. variété Eurol, sont traitées par un bleaching herbicide : le norflurazon à des doses de 10 μ M et 100 μ M.

Comparées aux plantules de colza témoins, les plantules traitées par la dose 10 μ M de norflurazon ne présentent pas de différences morphologiques ni du point de vue pigmentation, ni du point de vue taille. Les plantules traitées avec la dose 100 μ M par contre, sont de taille réduite et leurs feuilles sont soit partiellement soit totalement dépigmentées résultat d'une forte chute des pigments caroténoïdes et chlorophylles. Ces feuilles sont également appauvries en protéines et en lipides. En revanche, il est observé au niveau de ces feuilles une augmentation des hydroperoxydes d'acides gras signe d'un endommagement des lipides membranaires suite au stress oxydatif induit par l'herbicide. Les plantules de colza essayent de faire face à ce stress oxydatif en augmentant leur quantité d'anthocyanes produits du métabolisme secondaire à propriétés antioxydantes.

Mots clefs : colza, norflurazon, bleaching, stress oxydatif, peroxydation des lipides, anthocyanes.

ABSTRACT

Plants of *Brassica napus* L. variety Eurol, are treated before sowing by a bleaching herbicide norflurazon 10 μ M and 100 μ M. In comparison with control plants, the treated plants with norflurazon 10 μ M did not show any differences neither on the morphology, nor in pigmentation or in growth.

Plants treated with norflurazon 100 μ M have a decreased size and their leaves are partially or totally bleached after a loss of carotenoids and chlorophyll pigments. These leaves contain also less reducing proteins and lipids. In contrary, an increase of hydroperoxydes of lipids resulting from oxidative stress engendered by the herbicide is observed in these leaves. The treated plants try to counteract the oxidative stress by enhancing the anthocyanins which are products of secondary metabolism involved in detoxification.

Key words : Rape, norflurazon, bleaching, oxidative stress, lipid peroxidation, anthocyanins.

ملخص

تم معالجة شتلات الكولزا *Brassica napus* L. صنف Eurol بمبيد الأعشاب: نورفلورازون المسبب للبياض بتراكيز 10 μ M و 100 μ M. مقارنة مع شتلات الشاهد، الشتلات التي عُولجت بتراكيز 10 μ M من النورفلورازون لم تبد أي تغيير في الشكل سواء من ناحية الطول أو الصبغة. في حين أظهرت الشتلات المعالجة بتراكيز 100 μ M نقص في الطول و فقدان جزئي أو كلي لصبغة الأوراق و ذلك نتيجة لإنخفاض محسوس في نسبة اليخضور و الجزرين.

من جهة أخرى، سُجل كذلك إنخفاض في نسبة البروتينات و الدسم، في حين إرتفعت نسبة إدروبروكسيدات الأحماض الدسمة كمؤشر لتلف الدسم الغشائية نتيجة للتوتر الأوكسيدي.

لمقاومة هذا التوتر الأوكسيدي تحاول شتلات الكولزا رفع نسبة الأنتوسيان ذي الخصائص المضادة للتأكسد و الناتج عن عملية الأيض الثانوي.

مصطلحات مفتاحية : كولزا، نورفلورازون، مبيض، توتر أوكسيدي، أكسدة الدسم، أنتوسيان.

INTRODUCTION

Les herbicides sont des substances chimiques utilisées en agriculture pour lutter contre les adventices et augmenter ainsi le rendement. Toutefois l'utilisation des herbicides n'est pas restreinte à l'amélioration de la production végétale ; ces substances sont également employées en tant qu'outil biochimique en vue de préciser certaines étapes du métabolisme cellulaire c'est le cas du norflurazon, pyridazinone substitué, utilisé dans l'étude du métabolisme des caroténoïdes (BRAMLEY, 1994 ; Böger et SANDMANN, 1998) et celui des lipides (AËROUS et *al.*, 1998 ; Di BACCIO et *al.*, 2002).

Le norflurazon 4 chloro, 5 méthyl amino 2, α , α , α trifluorométhyl phényl 3-(2H) pyridazinone appelé encore San 9789 est un bleaching herbicide qui bloque la synthèse des caroténoïdes en agissant en tant qu'inhibiteur non compétitif de la phytoène désaturase (SANDMANN et ALBRECHT, 1990), enzyme catalysant la désaturation du phytoène en phytofluène. Les caroténoïdes qui sont des composants essentiels des membranes des thylakoides sont non seulement impliqués dans la collecte de l'énergie lumineuse au niveau des antennes collectrices d'énergie, mais ils sont également photoprotecteurs car ils peuvent éliminer l'excès d'énergie « quenching » des chlorophylles et /ou les molécules d'oxygène singulet (KNOX et DODGE, 1985). En bloquant la biosynthèse des caroténoïdes, le norflurazon réduit l'extinction des chlorophylles à l'état triplet (ayant accumulé un excès d'énergie). Il s'ensuit alors une augmentation de la production de molécules actives d'oxygène donc un stress oxydatif (JUNG et *al.*, 2001) pouvant endommager les composants cellulaires : protéines, acides nucléiques et lipides.

Les lipides et principalement leurs acides gras insaturés sont la cible privilégiée de l'attaque par les molécules réactives d'oxygène plus particulièrement le radical hydroxyl (OH^\bullet) ; celui ci est capable d'arracher un hydrogène sur les carbones situés entre deux doubles liaisons, ce qui aboutit à un réarrangement intramoléculaire des liaisons insaturées. Ce réarrangement conduit dans un premier temps à la formation d'un radical diène conjugué, oxydé en radical peroxyde. Cette réaction appelée peroxydation lipidique forme une réaction en chaîne car le radical peroxyde formé se transforme en peroxyde au contact d'un autre acide gras qui forme un nouveau radical diène conjugué (ESTERBAUER et *al.*, 1992). Ces hydroperoxydes peuvent subir plusieurs modes d'évolution : être réduits et neutralisés par des enzymes telles la glutathion peroxydase ou continuer à s'oxyder et à se fragmenter en d'autres molécules réactives : radical alkoxy (LO^\bullet), aldéhydes (malondialdéhyde) ou encore en acides et alcanes (éthane, pentane, éthylène...). Les produits de la peroxydation particulièrement les aldéhydes peuvent diffuser à travers les membranes et

atteindre divers compartiments cellulaires, ils peuvent alors interagir avec les protéines et les acides nucléiques et perturber leur fonctionnement ou les détruire (MARNETT, 1999).

Il faut cependant rappeler que la peroxydation des lipides lorsqu'elle n'est pas induite par un phénomène exogène anormal, est un phénomène physiologique naturel qui intervient dans la dégradation de nombreux métabolites cellulaires (hormones, acides gras etc....).

Les plantes possèdent généralement des systèmes de nettoyage des formes actives d'oxygène (scavengers) parmi lesquels figurent les caroténoïdes et les flavonoïdes dont les anthocyanes. Les anthocyanes qui sont des composés du métabolisme secondaire sont impliqués dans les réponses à différents stress (CHALKER-SCOTT, 1999) dont le stress oxydatif (STRATIL *et al.*, 2006). Le présent travail s'inscrit dans l'optique d'une meilleure compréhension du comportement des plantules de colza soumises à un stress herbicide. En effet la compréhension du mode d'action des herbicides représente un élément dans la recherche du métabolisme des plantes ce qui a facilité et facilitera encore leur application dans différentes pratiques agricoles.

MATERIEL ET METHODES

Le norflurazon (San 9789) appartient à la famille des dérivés pyridaziniques ou pyridazinones. Sa formule chimique est le 4 chloro 5 méthyl amino 2 α,α,α trifluoro méthyl phényl 3-(2H) pyridazinone et sa masse moléculaire est de 303,7g. Il se présente sous la forme d'un solide blanc cristallin ou d'une poudre marron ; sa solubilité dans l'eau est de 28 mg.l⁻¹ à 23°C.

Il est efficace sur les graminées et un certain nombre de dicotylédones annuelles et bisannuelles (BESTE et HUMBERG, 1989) ; Il est utilisé dans le désherbage d'un certain nombre de plantes (soja, coton, arachide.....) et d'arbres fruitiers (abricotier, pêcher, poirier, pommier et prunier).

L'herbicide préparé en solution aqueuse est appliqué en pré-semis au niveau du sol avant la mise en terre des graines ou en pré-émergence avant la levée des plantules.

Il pénètre par les racines puis il est véhiculé par les vaisseaux du bois (herbicide systémique) jusqu'au niveau des feuilles où il agit ; c'est un herbicide d'application racinaire à action foliaire. Il est généralement utilisé à raison de 2000 g.ha⁻¹ (Dossier d'homologation INPV 1991).

Les graines de colza *Brassica napus* variété Eurol nous ont été fournies par la station agronomique Monsanto France. Après stérilisation à l'eau de Javel (hypochlorite de sodium) pendant 10 minutes puis plusieurs rinçages à l'eau distillée, les graines sont mises à imbiber pendant 3 heures dans l'eau.

Elles sont ensuite mises à germer dans des pots remplis de terre. Les pots correspondant aux témoins sont arrosés avec de l'eau, ceux correspondants aux essais sont arrosés avec les solutions herbicides à des concentrations de 10 μ M (dose considérée comme faible car n'entraînant pas d'effets morphologiques apparents) et 100 μ M dose forte provoquant le blanchissement (bleaching) des plantules et correspondant à la dose appliquée au champ.

Par la suite les lots témoins et les lots essais sont arrosés avec de l'eau. La croissance a lieu dans les conditions du laboratoire. Les expérimentations réalisées sur les feuilles ont nécessité des plantules âgées de 4 à 5 semaines, à ce stade les plantules ont développé 3 à 4 feuilles. Toutes les analyses sont le résultat de trois expérimentations différentes.

1. EXTRACTION ET DOSAGE DES PIGMENTS FOLIAIRES

Les pigments foliaires sont extraits (à partir d'une feuille) dans l'acétone à 80% et les teneurs en chlorophylles totales et en caroténoïdes sont déterminées selon les formules de LICHTENTHALER (1987).

2. DOSAGE DES HYDROPEROXYDES DE LIPIDES

Les hydroperoxydes de lipides sont des produits intermédiaires instables qui sont formés suite au stress oxydatif et qui sont rapidement dégradés pour donner des composés hydroxylés et carbonylés.

Le dosage des hydroperoxydes des acides gras est effectué par spectrophotométrie sur des extraits lipidiques de feuilles de plantules de colza témoins et traitées par le norflurazon. La méthode au thiocyanate de fer (SHANTA et DECKER, 1994), repose sur l'oxydation en milieu acide des ions ferreux (Fe^{2+}) en ions ferriques (Fe^{3+}) par les hydroperoxydes de l'échantillon suivie d'une mesure spectrophotométrique à 480 nm du complexe formé entre les ions ferriques et le thiocyanate (complexe ferrithiocyanique). Cette méthode requiert une extraction préalable des lipides. Au moment du dosage, 350 μ l d'extrait lipidique, 1 ml de d'éthanol absolu, 100 μ l d'HCl (1N) et 100 μ l d'une solution d'ammonium ferreux (1%) sont mélangés ; après 30 secondes, 500 μ l de thiocyanate d'ammonium (20%) sont ajoutés. La lecture est faite après 3 min. Un blanc est réalisé en remplaçant l'extrait lipidique par du chloroforme. Les résultats sont donnés en Δ_{D0} à 480 nm.

3. EXTRACTION DES LIPIDES FOLIAIRES

Après fixation des feuilles (1g) dans l'eau bouillante pendant 3 à 5 minutes, les lipides sont extraits dans un mélange méthanol : chloroforme : eau (1 : 1 : 1, v/v/v) (BLIGH et DYER, 1959). Une quantité aliquote des lipides totaux est méthyliée (METCALFE et al., 1966) en présence d'un témoin interne l'acide heptadécanoïque (C_{17:0}). Les esters méthyliques des acides gras sont séparés et quantifiés par chromatographie en phase gazeuse sur une colonne capillaire carbowax de 50 m x 0,32 mm.

4. EXTRACTION ET DOSAGE DES ANTHOCYANES

Le protocole repose sur l'hydrolyse acide des hétérosides du matériel végétal (BATH-SMITH, 1954 ; LEBRETON et al., 1967) ; il permet à la fois d'extraire et d'identifier les anthocyanes et les aglycones. Les anthocyanes sont obtenus après transformation en milieu acide des proanthocyanes natives correspondantes.

0.2 g de matériel végétal frais (feuilles) sont broyés à sec puis hydrolysés par 20 ml d'HCl 2N au bain marie bouillant avec insufflation d'air (fourniture d'oxygène) toutes les 10 min pour permettre l'oxydation des proanthocyanes en anthocyanes correspondants. Après refroidissement et filtration, le mélange est placé dans une ampoule à décanter en présence d'éther diéthylique (10 ml). Deux phases sont formées dont l'inférieure aqueuse ou hypophase contenant les anthocyanes, celle ci est récupérée, filtrée ; son volume est mesuré et les anthocyanes sont dosés au spectrophotomètre à 520 nm.

RESULTATS

1. EFFET DU NORFLURAZON SUR LA MORPHOLOGIE DES PLANTULES DE COLZA

A la faible dose 10µM, le norflurazon ne semble pas avoir d'effets morphologiques apparents sur les plantules de colza ; ces dernières sont de taille sensiblement égale à celle des plantules témoins et les feuilles formées après le traitement sont vertes. Ces plantules évoluent pratiquement normalement et forment de nouvelles feuilles.

A la dose 100 μ M de norflurazon, deux phénotypes se manifestent : des plantules panachées mi vertes mi blanches et des plantules entièrement dépigmentées ou albinos. La dépigmentation démarre de la base des feuilles puis se propage au reste du limbe foliaire. Ce phénomène est qualifié de bleaching.

Ces plantules présentent également une réduction de leur taille ainsi que des signes de sénescence. Après quatre semaines de croissance, la taille de ces plantules est réduite de 58% comparativement aux plantules témoins (Figure 1).

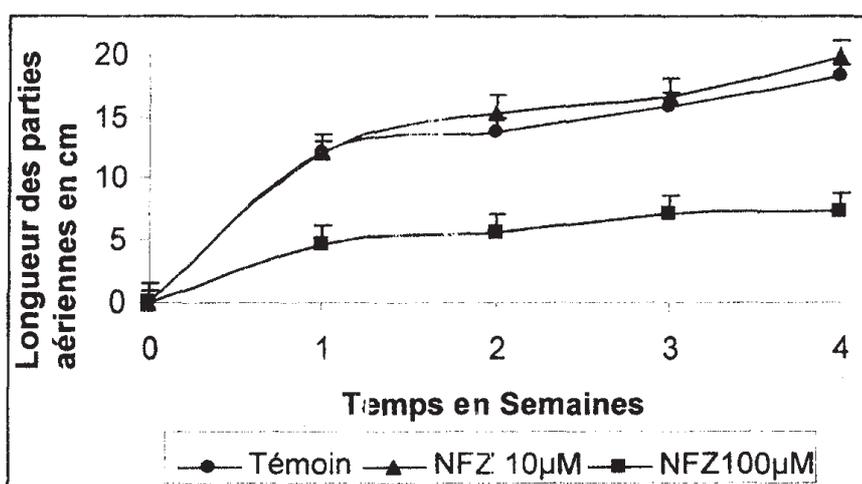


Figure 1 : Effet du norflurazon sur la croissance des parties aériennes des plantules de colza. (Les mesures ont été faites sur une moyenne de 10 individus).

Un grand nombre d'herbicides appliqués à des doses convenables sur des plantules entraînent un ralentissement de la croissance et du développement par rapport à un lot témoin cultivé dans les mêmes conditions. Ces plantes forment un nombre plus restreint de feuilles ; celles-ci sont plus petites et souvent dépigmentées (blanchâtres) ; les tiges et les racines sont également plus petites. Dans le cas du traitement par le norflurazon, la réduction de la taille résulte de la réduction de la photosynthèse engendrant une réduction voire une absence de photosynthétats et donc d'énergie découlant de l'absence de tissus verts.

2. EFFET DU NORFLURAZON SUR LA TENEUR EN PIGMENTS FOLIAIRES

Les figures 2A et B, montrent les variations de la teneur en pigments foliaires caroténoïdes et chlorophylles engendrées par le norflurazon. Les plantules de colza traitées par la dose 10 μ M sont vertes ; le dosage des pigments caroténoïdes (figure 2A) et chlorophylles (figure 2B), révèle une certaine augmentation de ces derniers. La teneur en caroténoïdes est augmentée de 17% en effet, elle est de 0.45 ± 0.07 mg.g⁻¹ MVF dans les feuilles des plantules témoins, elle passe à 0.53 ± 0.05 mg.g⁻¹ MVF dans les feuilles des plantules traitées (figure 2 A) ; celle des chlorophylles passe de 2.1 ± 0.4 mg.g⁻¹ MVF dans les feuilles des plantules témoins à 2.6 ± 0.3 mg.g⁻¹ MVF dans les feuilles des plantules soumises à l'herbicide soit une augmentation de 23% (figure 2 B).

Sous l'effet de la dose 100 μ M, il est observé une disparition quasi totale des caroténoïdes : 0.04 ± 0.01 mg.g⁻¹ MVF soit 90% de réduction (figure 2 A) et des chlorophylles : 0.3 ± 0.04 mg.g⁻¹ MVF soit 86% de réduction (figure 2 B).

La chute des pigments occasionnée par le norflurazon est due à l'inhibition par le norflurazon de la synthèse des caroténoïdes suite au blocage de la phytoène désaturase (SANDMANN et ALBRECHT, 1990). La diminution de la teneur en chlorophylles est un processus secondaire : les caroténoïdes sont considérés comme des systèmes non enzymatiques scavengers des molécules actives d'oxygène (YOUNG, 1991); l'inhibition de leur biosynthèse exacerbe la formation des molécules actives d'oxygène notamment l'oxygène singulet ¹O₂^{*} (JUNG, 2004) engendrant ainsi un stress oxydatif sévère ; il s'ensuit un manque de protection des chlorophylles qui sont alors détruites par photooxydation. Par ailleurs, le norflurazon en provoquant la forte chute des pigments photosynthétiques entraîne également une disparition des transcrits d'un grand nombre de gènes codant pour les protéines chloroplastiques (YURINA et al., 2006), une décomposition des complexes protéines/pigments du PSII (GUSEINOVA et al., 2005) et une destruction des membranes des thylakoides (La ROCCA et al., 2004).

3. EFFET DU NORFLURAZON SUR LA TENEUR EN PROTÉINES FOLIAIRES

La teneur en protéines des feuilles témoins est de 0.17 ± 0.02 mg.g⁻¹ MVF (Figure 3), chez les plantules traitées avec la dose 10 μ M, cette teneur augmente légèrement à 0.19 ± 0.03 mg.g⁻¹ MVF, soit une augmentation de 12 %; au contraire elle diminue à 0.14 ± 0.01 sous l'effet de la dose 100 μ M

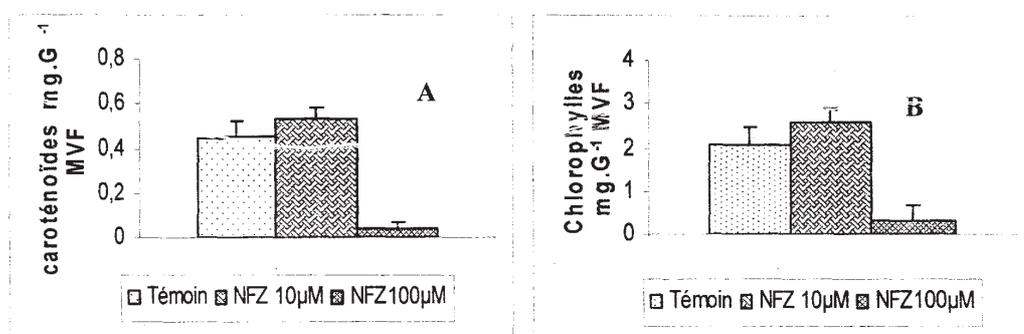


Figure 2 : Effet du norflurazon sur la teneur en caroténoïdes (A) et en chlorophylles (B) des feuilles de colza. (Chaque valeur est la moyenne de trois expérimentations différentes).

soit une réduction de 18%, ce qui se reflète au niveau de la taille des feuilles qui sont plus réduites comparativement aux témoins. La diminution des protéines foliaires peut résulter d'une part de la réduction de leur biosynthèse et d'autre part de leur destruction vu que le norflurazon accélère la sénescence des plantules fortement dépigmentées.

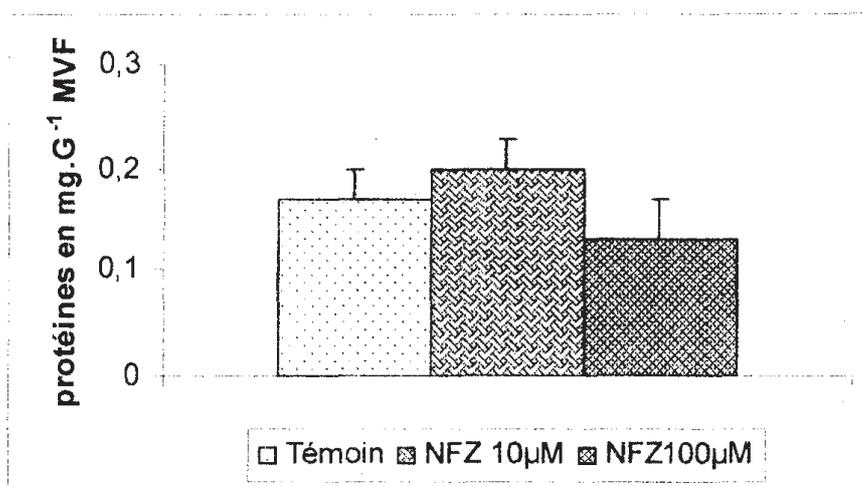


Figure 3 : Effet du norflurazon sur la teneur en protéines des feuilles de colza. (Chaque valeur est la moyenne de trois expérimentations différentes).

4. EFFET DU NORFLURAZON SUR LA TENEUR EN LIPIDES TOTAUX

La teneur en lipides totaux est évaluée à partir du niveau des acides gras totaux. Comme le montre la (figure 4), la masse des lipides totaux des feuilles de plantules de colza varie très peu sous l'effet de la dose 10 µM. La dose 100µM par contre affecte les lipides totaux dont la masse accuse une baisse de 32% par rapport aux plantules témoins. En effet la teneur en lipides totaux qui est de $15.95 \pm 1.4 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MVF}$ dans les feuilles des plantules témoins diminue à $10.85 \pm 0.9 \text{ mg.g}^{-1} \text{ MVF}$ dans les feuilles des plantules traitées.

La réduction des lipides totaux peut découler de l'inhibition de leur biosynthèse sous l'effet de l'herbicide et/ou de l'accélération de leur dégradation.

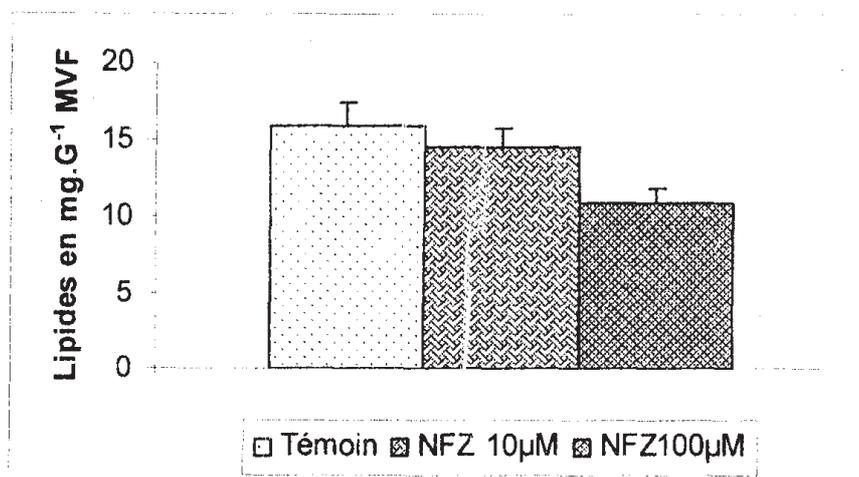


Figure 4 : Effet du norflurazon sur la teneur en lipides totaux des feuilles de colza. (Chaque valeur est la moyenne de trois expérimentations différentes).

Une réduction de la masse des lipides totaux a déjà été rapportée par WILLEMOT (1977) dans les racines de plantules de blé traitées par le BASF 13338 ou San 9785 et par Di BACCIO et *al.*, (2002) dans les étioplastes de feuilles d'orge traitées par le norflurazon. De même que ABROUS et *al.*, (1998) ont obtenu une réduction de près de 50% de la masse des lipides totaux dans les feuilles de plantules de soja traitées par le norflurazon.

Par ailleurs RAJASEKHARAN et SASTRY, (1987), ont observé une inhibition de l'acide gras synthétase par cinq pyridazinones substitués dans les feuilles d'*Arachis hypogea*.

L'effet exercé par le norflurazon sur les lipides n'est pas un phénomène secondaire résultant de son action sur les pigments ; il s'agit d'une action directe car d'une part, le même effet a été observé sur les lipides des tissus non photosynthétiques tels que les racines (St JOHN, 1982) d'autre part, des herbicides de la famille des pyridazinones tels le BASF 13338 qui n'est pas un bleaching herbicide affecte le métabolisme des lipides (NORMAN et St JOHN, 1987).

Du point de vue composition en acides gras, les lipides totaux des feuilles de colza (Tableau I), sont riches en acides gras insaturés : linoléique (17.52%), linoléique (47.71%) et hexadécatriénoïque (11.55%). L'acide palmitique représente 11.3% des acides gras totaux.

La présence de l'acide hexadécatriénoïque (C16 :3) fait que le colza est une plante qui appartient au groupe de végétaux dits de type C16 :3.

En fonction des voies de désaturation des acides gras composants leurs glycolipides, les végétaux sont divisés en deux types distincts (ROUGHAN et SLACK, 1982) : ceux qui ne désaturent que les acides gras à 18 atomes de carbones (acide stéarique et ses dérivés) par la voie coopérative plaste-réticulum endoplasmique ou voie eucaryote formant les plantes dites en C18 :3 tels le soja, le pois, le haricot, le blé etc... et ceux qui possèdent une voie plastidiale supplémentaire ou procaryote qui désaturent l'acide palmitique et ses dérivés formant les plantes en C16 :3 tels l'arabidopsis, le coiza, l'épinard etc.... Alors que les plantes en C18 :3 ne synthétisent que du monogalactosyldiacylglycérol ou MGDG, (lipide membranaire majoritaire des cellules végétales chlorophyllienne et lipide le plus abondant sur terre) de type eucaryote qui contient des espèces moléculaires 18/18 et 16/18, les plantes de type C16 :3 synthétisent du MGDG de type eucaryote mais aussi du MGDG de type procaryote contenant des espèces moléculaires 18/16.

Le tableau I, montre les remaniements provoqués par le norflurazon dans la composition en acides gras des lipides totaux des feuilles de colza.

Tableau 1 : Effet du norflurazon sur la composition en acides gras des lipides des feuilles de colza (les acides gras sont donnés en % des acides gras totaux).

Acides gras	Témoin	NFZ 10µM	NFZ 100µM
C16:0	14.14	15.10	12.48
C16:1c	0.25	0.15	1.32
C16:1t	1.24	2.45	3.21
C16:2	1.31	1.67	0.48
C16:3	11.55	13.67	3.83
C18:0	2.39	2.16	2.74
C18:1	7.89	4.15	25.57
C18:2	17.52	15.12	18.51
C18:3	43.71	45.40	31.85
IDL	213.56	217.54	175.12

Sous l'effet du norflurazon 10 µM, une légère augmentation des taux des acides palmitique, trans hexadécénoïque, hexadécatrié-noïque et linolénoïque est observée. En présence de la dose 100 µM, une forte diminution du taux des acides hexadécadiénoïque et hexadécatriénoïque (64% de réduction) et de l'acide linolénoïque (26% de réduction) est observée, alors que les acides cis hexadécénoïque et oléique sont fortement augmentés ce qui traduit une inhibition de la désaturation des acides gras peu saturés en acides gras plus insaturés essentiellement la Δ^3 désaturase permettant la biosynthèse des acides triénoïques. Ceci est confirmé par le

calcul de l'indice de doubles liaisons ou IDL qui représente le nombre de doubles liaisons pour 100 acides gras ; en effet celui-ci est de 213.56 dans les plantules témoins, il augmente à 217.54 dans les plantules traitées par la dose 10 μM suite à la légère augmentation des acides gras insaturés. Dans les plantules traitées par la dose 100 μM l'IDL diminue à 175.12 en raison de la forte diminution des acides hexadécatriénoïque et linolénoïque. De nombreux travaux dont ceux de Norman et St John, (1987) et Di BACCIO et *al.*, (2002), ont rapporté une diminution du degrés d'insaturation des lipides foliaires sous l'effet des pyridazinones et plus particulièrement une réduction de l'acide linolénoïque suite à une inhibition de l' ω^3 désaturase (ABROUS et *al.*, 1998).

5. EFFET DU NORFLURAZON SUR LA PEROXYDATION DES LIPIDES

La lipopéroxydation est le plus souvent définie comme une modification délétère conduisant à la modification structurale des complexes lipoprotéiques qui constituent les membranes biologiques. Celle ci peut être déclenchée par plusieurs facteurs dont les formes actives d'oxygène et les enzymes telles les lipoxygénases.

La figure 5, montre une augmentation par rapport au témoin des hydroperoxydes d'acides gras ; ces derniers sont en moyenne 3 fois plus élevés sous l'effet du norflurazon comparativement aux plantules témoins.

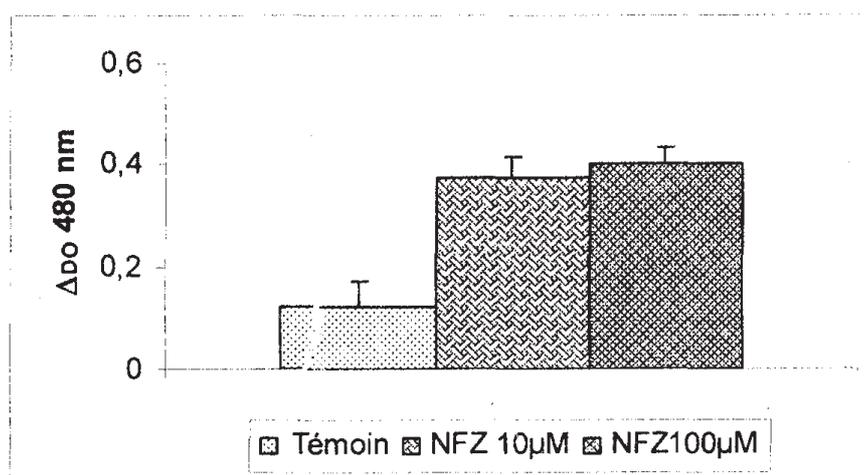


Figure 5 : Effet du norflurazon sur la teneur en hydroperoxydes de lipides des feuilles de colza. (Chaque valeur est la moyenne de trois expérimentations différentes).

Une activation des voies de peroxydation des acides gras en réponse à différents stress a été rapportée par MONTILLET et *al.*, (2004) dont le stress herbicide (KUNERT et BOGER, 1984).

6. EFFET DU NORFLURAZON SUR LA TENEUR EN ANTHOCYANES

Les plantules de colza traitées par le norflurazon montrent une coloration violette au niveau de leurs tiges et pétioles ; cette coloration est due aux anthocyanes, produits du métabolisme secondaire synthétisés au niveau des feuilles. Le dosage des anthocyanes (figure 6), dans les feuilles des plantules traitées montre en effet une augmentation de ces composés sous l'effet de l'herbicide ; cette augmentation est de 75% et 50% respectivement pour les doses 10 μ M et 100 μ M.

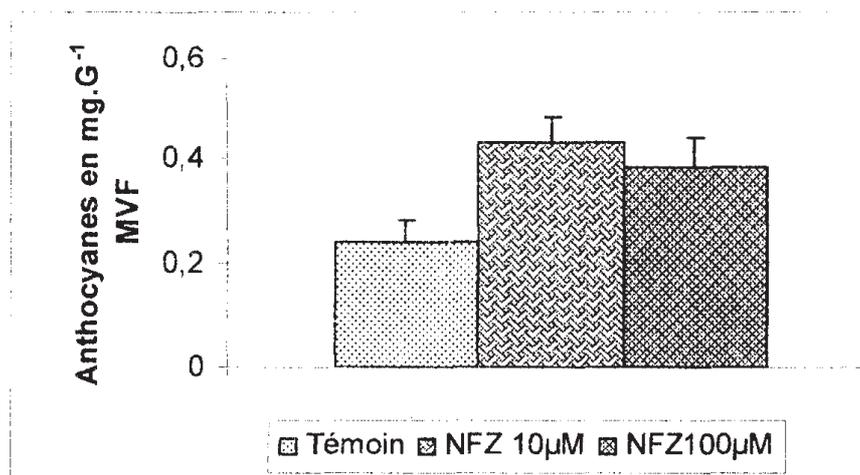


Figure 6 : effet du norflurazon sur la teneur en anthocyanes des feuilles de colza. (Chaque valeur est la moyenne de trois expérimentations différentes).

De nombreux auteurs ont rapporté une élévation du niveau d'anthocyanes sous l'effet de divers stress biotiques (Richardson, 1981) ou abiotiques tels le stress osmotique (DUTT et *al.*, 1991), stress lumière ou températures extrêmes (CHRISTIE et *al.*, 1994) ou encore une carence en éléments minéraux (COBBINA et MILLER, 1987) signe de protection contre la photooxydation (HOCH et *al.*, 2001). En effet toutes les enzymes de la voie de biosynthèse de l'acide shikimique (précurseur principal de la synthèse des acides aminés aromatiques) sont fortement induites en réponse à une agression ou à une élévation chez plusieurs plantes supérieures. Un rôle protecteur des anthocyanes en tant qu'écran solaire

(sunscreen) ou encore en tant que scavenger des formes actives d'oxygène a été suggéré par MERZLYAK et CHIVKUNIVA, (2000), JUNG, (2004) et STRATIL et *al.*, 2006.

CONCLUSION

L'étude de l'effet du norflurazon sur les plantules de colza montre que cet effet est différent selon la dose appliquée.

Les plantules traitées par la dose 10 μM , ne semblent pas affectées ni du point de vue morphologique ni du point de vue métabolique, au contraire, ces plantules semblent activer leur métabolisme pour faire face au traitement par l'herbicide : bien qu'il est observé une augmentation des hydroperoxydes d'acides gras (signe d'endommagement des lipides membranaires), ces plantules présentent une augmentation de tous les paramètres mesurés : chlorophylles totales, caroténoïdes, lipides et anthocyanes. Chez ces plantules, les moyens de défense semblent plus importants que les dommages occasionnés par l'herbicide.

Les plantules traitées par la dose 100 μM de norflurazon, sont de deux phénotypes : elles sont soit partiellement dépigmentées (mi blanches mi vertes) soit totalement dépigmentées (blanches). Le dosage des pigments foliaires, montre en effet une très forte diminution des caroténoïdes et chlorophylles. Les feuilles ainsi blanchies ne reverdissent jamais. Les feuilles de ces plantules sont également appauvries en protéines et en lipides totaux ; en revanche il est observé une augmentation des peroxydes d'acides gras et des anthocyanes.

Le norflurazon en bloquant la phytoène désaturase (cible principale de cet herbicide), appauvrit les cellules foliaires en caroténoïdes qui sont non seulement des pigments accessoires dans la collecte de l'énergie lumineuse mais ils sont également des antioxydants, leur absence fait donc augmenter les formes actives d'oxygène lesquelles s'attaquent aux acides gras insaturés des lipides membranaires d'où l'augmentation des hydroperoxydes d'acides gras observée. La perturbation du métabolisme lipidique représente un problème complexe où effets directs et indirects s'entremêlent.

La diminution des lipides totaux observée peut découler de la modification du métabolisme général du végétal par réorientation de leur métabolisme carboné vers la synthèse de produits du métabolisme secondaire tels les anthocyanes ou de l'accélération de leur dégradation (péroxydation).

Chez les plantules traitées par la dose 100 μ M, les dommages semblent l'emporter sur les mécanismes de défense : certes il est noté une augmentation de la teneur en anthocyanes (produits impliqués dans les mécanismes de détoxification contre le stress oxydatif) mais en parallèle l'herbicide entraîne une disparition quasi-totale des chlorophylles et des caroténoïdes entraînant le bleaching des plantules, de même qu'il provoque une forte peroxydation des lipides foliaires suite au stress oxydatif induit ; les plantules finissent par dépérir.

L'action herbicide globale est toujours complexe et variable mais il existe des sites primaires d'action qui représentent des maillons fragiles de l'activité cellulaire (pour le norflurazon il s'agit de la synthèse des caroténoïdes et du métabolisme des lipides) dont le blocage peut entraîner à plus ou moins long terme et plus ou moins indirectement la réduction de la croissance du végétal voire même sa mort.

Les mécanismes de défense induits chez le végétal se caractérisent par un bouleversement du métabolisme. Il y a alors synthèse ou augmentation de la synthèse de molécules constitutives ou non de la plante pouvant entraîner des modifications morphologiques visant essentiellement à empêcher ou stopper les endommagements.

A la dose 10 μ M, les plantules de colza font face au stress chimique représenté par l'herbicide en effet les moyens de défense semblent plus importants que les dommages puisqu'il est noté une augmentation de pigments et des anthocyanes ; par contre pour la dose 100 μ M, bien qu'il est noté une augmentation de la teneur en anthocyanes les dommages causés par l'herbicide semblent l'emporter et les plantules finissent par dépérir.

Les observations effectuées sur les plantules de colza traitées par le norflurazon montrent que cette substance à la dose 100 μ M (dose appliquée généralement au champ) est toxique car la croissance et le métabolisme général s'en trouvent affectés.

Si l'on rapproche les effets morphologiques (blanchiment des feuilles) de la nette diminution des pigments foliaires, de la forte réduction des lipides chloroplastiques et de la complète désorganisation du système lamellaire révélés par divers auteurs (ABROUS et *al.*, 1998 ; Di BACCIO et *al.*, 2002) dans de nombreux tissus foliaires blanchis par le norflurazon, il apparaît dans l'ensemble qu'ils sont compatibles avec l'hypothèse d'un arrêt de développement normal des chloroplastes sous l'effet du norflurazon ce qui à long terme entraîne le dépérissement des plantules

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABROUS O., BENHASSAINE-KESRI G., TRÉMOLIÈRES A. et MAZLIAK P. 1998.-** Effect of norflurazon on lipid metabolism in soya seedlings. *Phytochemistry*. **49** (4), 979-985.
- BATH-SMITH E.C. 1954 –** Leucoanthocyanidins formed leucoanthocyanins in plant tissues. *Biochem. J.*, **58**, 122-125
- BESTE C.E. et HUMBERG N.E., 1989.-** Herbicide Handbook of the weed Science Society of America. Sixth ed., *Weed Science of America*. Champaign, IL.
- BLIGH E.G. et DYER W.J. 1959.-** A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911-917.
- BÖGER P. et SANDMANN G., 1998.-** Carotenoid biosynthesis inhibitor herbicides- Mode of action and resistance mechanisms. *Pestic. Outlook*. **9**, 29-35.
- BRADFORD M.M., 1976.-** A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Anal Biochem.*, **7**, 248-254.
- BRAMLEY P.M., 1994.-** Carotenoid biosynthesis : a target site for bleaching herbicides. *Lipid Biochem. And Pestic Action*. **22**, 625-629.
- CHALKER-SCOTT L., 1999.-** Environmental significance of anthocyanins in plant stress response. *Photochem. Photobiol.* **70**, 1-9.
- CHRISTIE P.J., ALFENITO M.R. et WALBOT V., 1994.-** Impact of low temperature on general phenyl propanoid and anthocyanin pathways: Enhancement of transcript abundance and anthocyanin pigmentation in maize seedlings. *Planta*. **194**, 541-549.
- COBBINA J. et MILLER M.M., 1987.-** Purpling in maize hybrids is influenced by temperature and soil phosphorus. *Agronomy Journal*. **79**, 576-582.
- CUSEINOVA I.M., SULEIMANOV S.Y. et ALIYEV J.A., 2005.-** The effect of norflurazon on protein composition and chlorophyll organization in pigment-protein complex of photosystem II. *Photosynth. Res.*, **84**, 71-76.
- DALLA VECCHIA F., BARBATO R., LA ROCCA N., MORO I. et RASCIO N., 2001.-** Response to bleaching herbicides by leaf chloroplasts of maize plants grown at different temperatures. *Journal of Experimental Botany*. **52** (357), 811-820.

- DI BACCIO D., QUARTACCI M.F., DALLA VECCHIA F., LA ROCCA N., RASCIO N. ET NAVARI-IZZO F., 2002.-** Bleaching herbicide effects on plastids of dark-grown plants : lipid composition of etioplasts in amitrole and norflurazon-treated barley leaves. *Journal of Experimental Botany*. **53** (376), 1857-1865.
- DUTT S.K., BAL A.R. et BANDYOPADHAY A.K., 1991.-** Salinity induced chemical changes in *Casuarina equisetifolia*. *Forest Egypt. J. Soil Sci.*, **31**, 57-63.
- ESTERBAUER H. , GEBICKI J. , PUHL H. And JURGENS G. , 1992.-** The role of lipid peroxidation and antioxidants in oxidative modification of LDL. *Free Rad. Biol. Med.*, **13**, P. 341.
- HOCH W.A., ZELDIN E.L. et MC COWN B.H. 2001.-** Physiological significance of anthocyanins during autumnal leaf senescence. *Tree Physiology*. **21**, 1-8.
- JUNG S. Y., KERNODLE S.P., et SCANDALIES J.G., 2001.-** Differential antioxidant responses to norflurazon induced oxidative stress in maize. *Redox Rep.* **6** (5), 311-317.
- JUNG S., 2004.-** Effect of chlorophyll reduction in *Arabidopsis thaliana* by methyl jasmonate or norflurazon on antioxidant systems. *Plant Physiology and Biochemistry*. **42**, 225-231.
- KNOX J.P. et DODGE A.D., 1985.-** Singlet oxygen and plants. *Phytochemistry*. **24**; 889-896.
- KUNERT , K. J. ET BOGER , P., 1984.-** The DPE herbicide oxyfluorfen : Action of antioxidants. *J. Agric. Food. Chem.* **32**, 725 – 728.
- LA ROCCA N., BARBATO R., BONORA A. DALLA VALLE L., DE FAVERI S. et RASCIO N., 2004.-** Thylakoid dismantling of damaged unfunctional chloroplasts modulates the Cab and RbcS gene expression in wheat leaves. *J. Photochem. Photobiol. B.*, **73**, 159-166.
- LICHTENTHALER H.K. 1987.-** Chlorophylls and carotenoids : Pigments of Photosynthetic Biomembranes. *Methodes in Enzymology*. **148**, 350-382.
- MARNETT L.J., 2000.-** Oxyradicals and DNA damage. *Carcinogenesis*. **21**, 361-370.
- METCALFE L.D., SHMITZ A.A. et PELKA J.R., 1966.-** Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatography analysis. *Anal. Chem.*, **38**, 514-515.
- MERZLYAK M.N., CHIVKUNOVA O.B., 2000.-** Light stress induced pigment changes and evidence for anthocyanin photoprotection in apples. *J. Photochem. Photobiol B.*, **55**, 155-163.

- MONTILLET J.L., CACAS J.L., GARNIER L., 2004.-** The upstream oxylipins profile of *Arabidopsis thaliana*: a tool to scan for oxidative stress. *The Plant Journal*. **40**, 439-451.
- NORMAN H.A et ST JOHN J.B., 1987.-** Differential effect of a substituted pyridazinone BASF 13 338 on pathways of monogalactosyldiacylglycerol synthesis. *Plant Physiol.*, **85**, 684-688.
- RAJASEKHARAN R. et SASTRY P.S., 1987.-** Effect of pyridazinone herbicides on lipid metabolism in groundnut (*Arachis hypogaea*) leaves. *Pestic. Biochem. Physiol.*, **29**, 163-175.
- RICHARDSON P.M., 1981.-** Phytoalexin induction in *Spinacia*. *Biochem. Syst. Ecol.*, **9**, 105-107.
- ROUGHAN P.G. et SLACK C.R., 1982.-** Cellular organization of glycerolipid metabolism. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, **33**, 97-131
- SANDMANN G. et ALBRECHT M., 1990.-** Accumulation of colourless carotenes and derivatives during interaction of bleaching herbicides with phytoene desaturation. *Z. Naturforsch.*, **45**, 487-491.
- SHANTHA N.C. and DECKER E.A., 1994.-** Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. *Journal of AOAC International*. **77**, 421-424.
- STRATIL P., KLEJDUS B. and KUBAN V., 2006.-** Determination of total content of phenolic compounds and their antioxidant activity in vegetables evaluation of spectrophotometric methods. *J. Agric. Food Chem.*, **54**, 607-616.
- WILKINSON R.E. 1985.-** Carotenogenic inhibition by norflurazon in wheat. *Pestic. Biochem. Physiol.*, **23**, 370-375.
- YOUNG A.J., 1991.-** The photoprotective role of carotenoids in higher plants. *Physiologia Plantarum*, **83**, 702-708.
- YURINA N.P., POGULSKAYA E.N., et KARAPETYAN N.V., 2006.-** Effect of photodestruction of plastids from norflurazon treated barley seedlings on exoression of nuclear genes encoding chloroplast stress proteins. *Biochemistry*. **71**, 430-436.

MODELISATION DE L'EFFORT DE RESISTANCE A LA TRACTION EN RELATION AVEC LES CARACTERISTIQUES D'USURE DES SOCS D'UN CULTIVATEUR A DENTS

AMARA M. ⁽¹⁾ et BENCHABLA F. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE
Dépt du Génie Rural, El-Harrach Alger
m.amara@ina.dz

RESUME

Cet article a pour objet d'évaluer l'effort de résistance à la traction des cultivateurs à dents en relation avec l'état d'usure des socs. Pour quantifier ce phénomène un modèle mathématique de l'effort de résistance à la traction en relation avec les caractéristiques d'usure des socs est établi. Ce modèle permettra de déterminer la limite d'usure acceptable avant de changer les socs du cultivateur.

Le modèle obtenu est : $F_t = e^{-3,18} \left(\frac{v^2}{g.H} \right)^{-0,052} . \alpha^{1,56} . \theta^{4,36} . g.d . H^3$, a montré que

les caractéristiques d'usure ont un effet sur l'effort. L'effet de l'angle de pointe θ est plus important. Les résultats ont montré que les socs du cultivateur sont à changer à partir d'une hauteur $H = 9,36$ cm et un angle de pointe de 33,5 degrés. A partir de ces valeurs, l'effort demandé est presque double, il passe de 46,79 daN à 90,26 daN pour une variation de 0,02 cm pour H et de 5,5 degrés pour l'angle θ .

Mots clés : soc, usure, modélisation, angle, effort.

ABSTRACT

This article has the aim of evaluating the effort of the cultivator in relation to the state of wear of the ploughshares. To quantify this phenomenon, a mathematical model of the effort in relation to the characteristics of wear of the ploughshares, is established. This model will make it possible to determine the acceptable limit of wear before changing the ploughshares of the cultivator.

The model obtained is:
$$F_t = e^{-3,18} \left(\frac{v^2}{g.H} \right)^{-0,052} . \alpha^{1,56} . \theta^{4,36} . g . d . H^3 ,$$

showed that the characteristics of wear have an effect on the effort. The effect of the angle θ is more significant the results showed that the ploughshares of the cultivator must be changed starting from a height $H = 9,36$ cm and an advanced angle $33,5$ degrees. From these values, the required effort is almost double, it passes from $46,79$ daN to $90,26$ daN for a variation of $0,02$ cm for H and $5,5$ degrees for the angle θ .

Words keys : ploughshare, wear, modelling, angle, effort

ملخص

هدف هذه المقالة هو تقييم قوة جر لمحراث ذو أسنان أخذنا بعين الاعتبار عناصر إنهاك الأجزاء العاملة للمحراث. لتقييم قوة الجر إقترحنا معادلة رياضية. هذه الأخيرة تمنح القدرة لإيجاد حدود الإنهاك المقبول قبل تغير سكة المحراث.

المعادلة الرياضية التي تحصلنا عليها هي

$$Ft = e^{-3,18} \left(\frac{v^2}{g.H} \right)^{-0,052} . \alpha^{1,56} . \theta^{4,36} . g . d . H^3$$

التي تبين جيدا تأثير عناصر الإنهاك و خاصة الزاوية θ , على قوة الجر. ترين نتائج البحث أن تغير سكة المحراث ملزم قبل أن تكون θ أكثر من 33,5 درجة و الارتفاع H أقل من 9,36 سم . بعد هذه القيمات تقترب قوة الجر الضعفين من المطلوب.

ترتفع هذه القوة من 46,79 daN إلى 90,26 daN عندم يتغير ارتفاع H بنحو 0,02 سم و 5,5 درجة بما يخص الزاوية θ .
كلمات مفتاح : سكة المحراث, إنهاك , معادلة رياضية , زاوية, قوة جر .

Notations

Θ :	Angle de pointe du soc , rad
α :	Angle d'inclinaison du soc, rad
H :	Cote d'usure, distance entre le milieu du soc et son extrémité, cm.
Ft :	Effort de résistance à la traction, daN
d :	Densité apparente du sol, daN/cm ³
Cr :	Coefficient de correction du modèle
Ftmes :	Effort de résistance à la traction mesuré sur canal, daN
Ftcal :	Effort de résistance à la traction calculé à partir du modèle, daN
FtA60 :	Effort pour l'angle $\alpha = 60$ degrés
FtA45 :	Effort pour l'angle $\alpha = 45$ degrés
FtA35 :	Effort pour l'angle $\alpha = 35$ degrés

1. INTRODUCTION

Les caractéristiques physico mécaniques des sols des zones sahariennes caractérisés par leur propriété abrasive entraînent une usure excessive des pièces travaillantes des outils aratoires, notamment des socs des cultivateurs à dents qui sont très fréquemment utilisés.

Les conséquences de cette usure sont multiples parmi lesquelles nous citerons une mauvaise réalisation des opérations de travail du sol, une détérioration des outils aratoires et en conséquence une consommation excessive d'énergie.

En effet l'effort de résistance à la traction qu'oppose le sol à l'avancement des outils aratoires dépend de l'état initial du sol et des caractéristiques géométriques des pièces travaillantes. En ce qui concerne la quantification de l'effort de résistance à la traction, plusieurs modèles mathématiques ont été établis. L'une des premières formes d'équations à été proposé par Reece (1965). Elle est dite équation universelle de la dynamique du sol et est de la forme suivante :

$$P = (\gamma g d^2 N_\gamma + cdN_c + qdN_q).w$$

où : p =effort total sur l'outil

γ =densité apparente du sol

w = largeur de l'outil

d =profondeur de travail

g =accélération terrestre

c =cohésion du sol

q =pression de surcharge verticale du sol

N_γ, N_c et N_q =facteurs dépendant respectivement de l'angle de frottement interne du sol, de la largeur de l'outil et des caractéristiques outil – résistance du sol.

Ce modèle à deux dimensions, fut par la suite, développé par d'autres chercheurs McKyes et Ali (1977) et Desbiolles et al. (1997). Ces derniers ont introduit des paramètres de forme des outils, à savoir les angles constructifs et des paramètres liés au sol. Ceci a permis l'obtention de modèles à trois dimensions qui tiennent compte de la zone de rupture du sol qui n'est plus bidimensionnel mais tridimensionnel (forme elliptique). Nous citerons entre autre les travaux de Godwin et Spoor (1977) qui proposent le modèle suivant :

$$H = (\gamma g d^2 N_\gamma + c d N_c + c_a d N_{c_a} + q d N_q)(x + s) \sin(\alpha + \delta) + c_a d w \cot \alpha$$

H =effort total sur l'outil

$$s = r \sin \rho' = r \sqrt{1 - (d \cos \alpha / r)^2}$$

r = rayon de courbure de la section de cisaillement du sol.

c_a =coefficient d'adhésivité sol - métal

α =angle d'inclinaison de l'outil

δ =coefficient de frottement sol - métal

L'analyse de ces modèles montre que les paramètres introduits sont relatifs à l'état du sol et à la géométrie de la pièce travaillante. Il sera cependant nécessaire de mentionner que pendant le travail les pièces travaillantes, d'un outil aratoire, fortement sollicitées par les propriétés abrasives des sols notamment ceux à texture sableuse. Après quelques hectares de travail, les caractéristiques géométriques de ces pièces travaillantes, dans notre cas les socs de cultivateur, sont fortement modifiées ce qui n'est pas sans effet sur la valeur de l'effort de résistance à

la traction et sur les indices qualitatifs du travail du sol. Il est donc intéressant d'étudier l'effet de la variation des caractéristiques géométriques et d'usure sur l'effort et d'en déduire les limites d'usure acceptables.

2. MATERIELS ET METHODE

2.1. MATERIELS ET CONDITIONS DE TRAVAIL

Pour notre travail, dix socs de cultivateurs à dents (fig.2) ont été choisis en relation avec la surface travaillée et ce dans de mêmes conditions de sol des zones sahariennes, qui est de texture sableuse (: 8,32 % d'argile, 7,52% limon et 84,08% de sable) à une humidité de 9,2 % et à une vitesse moyenne de 8 km/h, la densité apparente du sol est de 1.85 g/ cm^3 .

Les caractéristiques géométriques d'usure choisies sont respectivement : La hauteur du demi soc noté H et l'angle de pointe θ . Les valeurs de ces caractéristiques sont consignées sur le tableau 1.

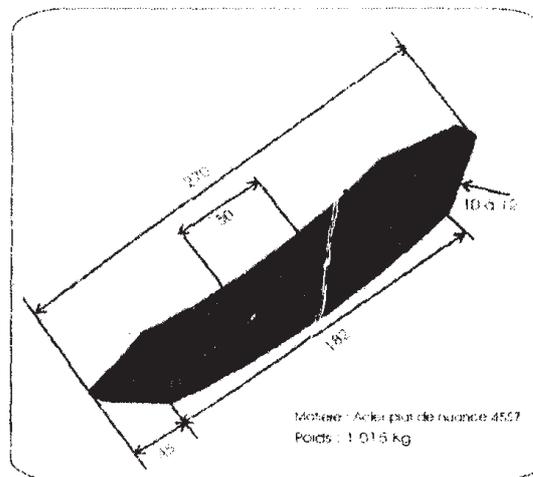


Figure 1 : Caractéristiques géométriques d'un soc neuf

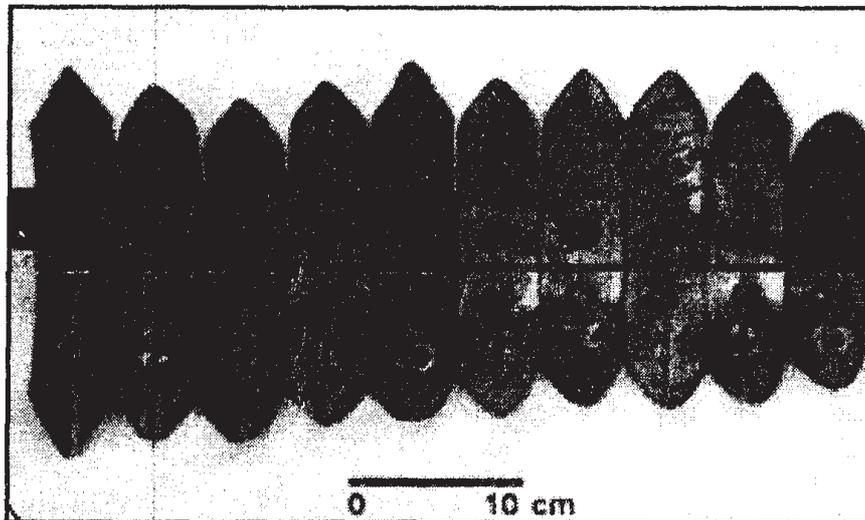


Figure 2 : Mesure de la cote d'usure H sur les socs

Tableau 1 : Valeurs des caractéristiques d'usure des socs

N° soc	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
H (cm)	12,26	11,48	11,46	10,83	10,47	10,18	09,40	09,36	09,34	8,49
θ (deg)	25,5	27	27,5	28,5	29,5	30	32,5	33,5	39	47,5

La distance H représente la hauteur comprise entre le milieu du soc et l'extrémité de sa pointe, l'angle θ , difficile à déterminer est limité par les cotés allant de la pointe du soc aux points latéraux du milieu du soc (Fig. 3).

La précision des valeurs de H et de θ ont été déterminées à l'aide des possibilités graphiques qu'offre le logiciel "AutoCAD"

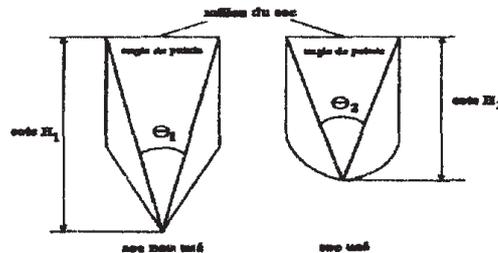


Figure 3 : Caractéristiques géométriques d'usure H et Θ

2.2. METHODE

La détermination de l'effort de résistance à la traction pour chacun des socs a été réalisée sur un canal d'essai de traction. Le sable utilisé sur canal est le même que celui où ont évolué les socs.

Pour nos essais trois vitesses de travail (v) ont été choisies, elles sont respectivement de 0,23 , 0,29 et 0,43 m/s. Trois angles d'entrure (α) définis ont pour valeurs respectives : 35, 45 (valeur constructive) et 60 degrés. La profondeur de travail sur canal est maintenue à une valeur de 12,5 cm ce qui est possible avec le dispositif de fixation des socs.

Les efforts de résistance à la traction ont été déterminés à l'aide d'une chaîne de mesure composée de capteurs extensiométriques, d'un amplificateur de signaux et d'un enregistreur graphique.

Pour chaque passage, deux socs sont fixés sur un chariot porte outil, ce qui fait 45 passages avec trois répétitions pour chacun. Neuf valeurs, distantes l'une de l'autre de 0,5 mètre, de l'effort de résistance à la traction ont été déterminés sur chaque enregistrement graphique (fig. 4).

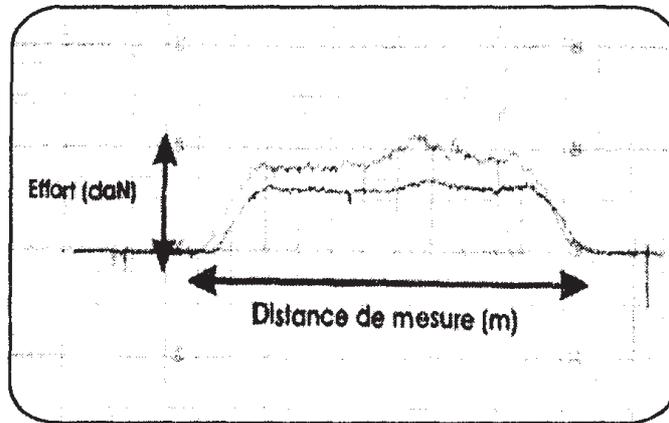


Figure 4 : Enregistrement graphique de l'effort de résistance à la traction

2.3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.3.1. PREMIERES OBSERVATIONS

Les premières observations montrent clairement l'effet de l'état d'usure des socs sur l'effort de résistance à la traction. En effet, l'effort augmente avec la diminution de la cote H, nous rappellerons que pour analyser l'effet de l'usure, la profondeur de travail a été maintenue constante à une valeur de 12,5 cm. Ces résultats sont illustrés par la figure suivante :

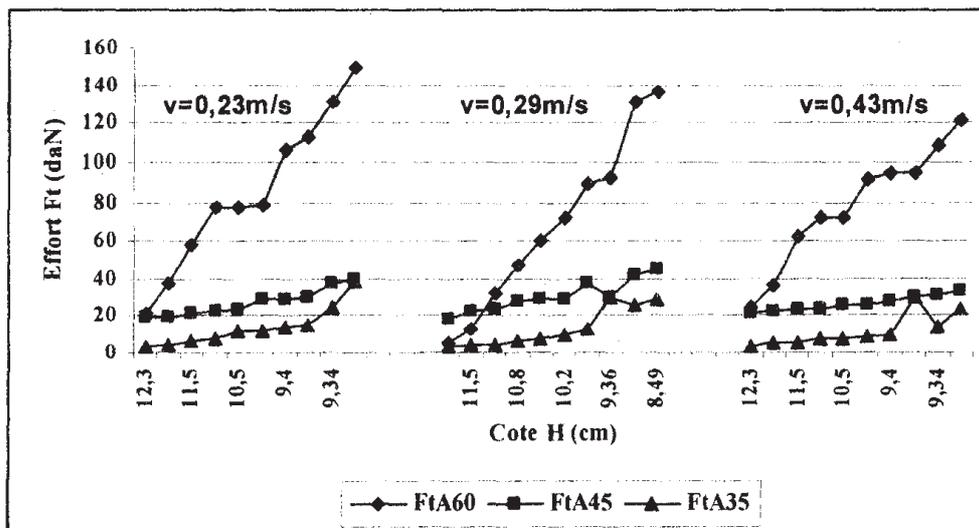


Figure 5 : Effet de la cote H sur l'effort de résistance à la traction pour chaque vitesse et chaque angle d'inclinaison du soc

La figure (5) montre que l'effet de l'angle d'inclinaison α est nettement apparent, nous remarquerons que l'effort est plus faible pour un angle de 35 degrés et est plus grand pour un angle de 60 degrés, ce qui pourrait s'expliquer par une pression plus importante car la surface de pression sur le sol est plus importante pour un soc usé.

L'effet des vitesses de travail n'est pas très important car celles-ci sont relativement faibles et que le sol utilisé est très meuble. Afin de pouvoir quantifier l'effet de l'état d'usure des socs d'un cultivateur à dent sur l'effort de résistance à la traction, une modélisation de l'effort en relation avec les caractéristiques d'usure est proposée dans ce qui suit.

2.3.2. MODELISATION DE L'EFFORT F_t

En appliquant le théorème de Buckingham-Vachy et les principes de l'analyse dimensionnelle (in Langhaar H. L., 1954), énonçant qu'une variable dépendante, dans notre cas l'effort de résistance à la traction, peut être quantifiée par le produit des puissances des π termes contenant les variables dépendantes qui sont dans notre cas les caractéristiques géométriques d'usure H et θ . Le modèle établi avant correction est de la forme :

$$F_t = e^{-3,18} \cdot \left(\frac{v^2}{g \cdot H} \right)^{-0,052} \cdot \alpha^{1,56} \cdot \theta^{4,36} \cdot g \cdot d \cdot H^3$$

Dans les conditions de nos essais et des conditions réelles de travail, c'est à dire pour une densité apparente du sol de $1,85 \text{ g/cm}^3$ et une vitesse de travail de $2,7 \text{ m/s}$ et un angle constructif α de 45 degrés, le modèle mathématique sera simplifié comme suit :

$$F_t := \frac{0,53}{\left(\frac{1}{H} \right)^{0,052}} \cdot \theta^{4,36} \cdot H^3$$

les résultats des efforts calculés ($F_{t\text{cal}}$) à partir de cette dernière relation permettent de calculer le coefficient de correction à partir du rapport :

$$Cr = \frac{F_t_{\text{me}}}{F_t_{\text{oi}}}$$

Avec :

Ft_{mes} est la valeur de l'effort mesuré et Ft_{cal} l'effort calculé avec le modèle établi.

Les valeurs des efforts calculés à partir du modèle et en relation avec les caractéristiques d'usure sont consignées sur le tableau 2 :

Tableau 2 : Efforts calculés avec le modèle en relation avec H et θ

$\theta(\text{rad})$	H(cm)	Ftcal(daN)
0,445	12,26	32,6
0,471	11,48	34,17
0,48	11,46	36,91
0,497	10,83	36,15
0,515	10,47	38,07
0,523	10,18	37,38
0,567	9,4	41,68
0,584	9,36	46,79
0,68	9,34	90,26
0,829	8,49	160,03

Tableau 3 : Valeurs du coefficient de correction Cr en relation avec la vitesse et l'angle d'inclinaison du soc

Cr	v1	v2	v3
$\alpha 1$	1,7	1,29	1,64
$\alpha 2$	0,25	0,24	0,23
$\alpha 3$	0,58	0,66	0,59

Il est à remarquer que pour un même angle α le coefficient de correction est sensiblement le même pour les trois vitesses. Puisque l'angle d'inclinaison α choisi est de 45 degrés, nous retiendrons la valeur moyenne de 0,24 pour Cr. Ce qui donne le modèle corrigé :

$$F_t := 0.127 \cdot \theta^{4.36} \cdot H^{3.052}$$

Avec : H en centimètres et θ en radians

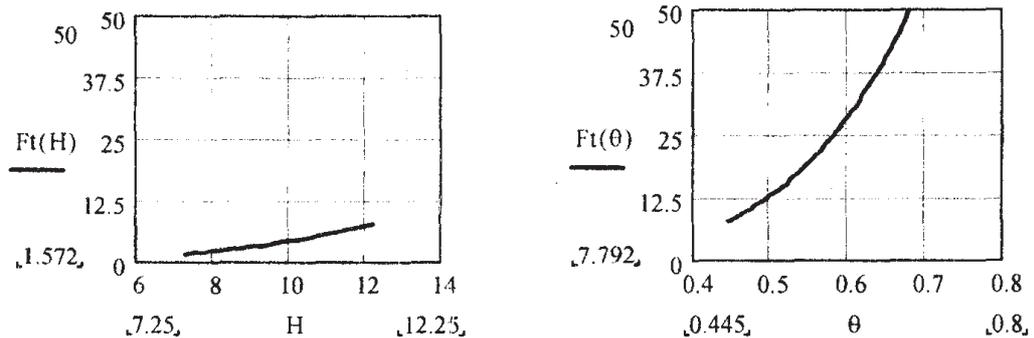


Figure 6 : Variations de l'effort en relation avec H et θ

L'analyse du modèle proposé et des représentations graphiques (fig.6) montre l'effet de l'angle de pointe sur l'effort de résistance à la traction est plus important que celui de la cote H. d'où l'intérêt de faire subir au socs un traitement approprié pour réduire l'usure et maintenir la valeur de l'angle de pointe après plusieurs passages dans le sol. Nous signalerons que la valeur de la cote H est dépendante de la valeur de θ .

A l'état neuf, usure nulle, sur un sol sableux, un soc de cultivateur à dent exige en moyenne une force de traction de 37 daN (in Guedioura I., 2001).

Les solutions de cette relation, pour un effort maximum de 37 daN par soc, sont :

$$\theta := 3.6748 \cdot \left(\frac{1}{H^{3.052}} \right)^{0.23} \quad H := 6.419 \cdot \left(\frac{1}{\theta^{4.36}} \right)^{0.33}$$

En maintenant la cote H à une valeur de 12.5 cm, égale à la profondeur de travail, l'angle de pointe sera de 0,627 radians soit 35,92 degrés. Ce qui signifie que l'état d'usure acceptable, dans les conditions d'un sol à texture sableuse, correspondrait au soc 8 ou à la limite au soc 9, nous retiendrons le soc 8 pour éviter une altération du support du soc.

Il sera cependant nécessaire de vérifier la profondeur de travail effective du cultivateur à dents. Dans ce cas l'effort réel sera de 46,79 daN et la cote H de 9,36 cm. Il sera donc nécessaire d'augmenter la profondeur de travail du cultivateur de 3cm.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DESBIOLLES J.M.A., GODWIN R.J., KILGOUR J., BLACKMORE B.S., 1997.-** A novel approach to the prediction of tillage tool using a standard Tine. *Journal of Agricultural Engineering Research*, **66**, 295 – 309.
- GODWIN R.J. , SPOOR G.,1997.-** Soil failure with narrow tines. *Journal of Agricultural Engineering Research*, **22(4)**, 213 – 228.
- GUEDIOURA I., 2001.-** Essai de modélisation de l'effort de résistance à la traction des outils à dents. Thèse de magister, Inst. Nat. Agron. El-Harrach – Alger.
- LANGHAAR H. L. , 1954.-** Dimensional Analysis and Theory of Models, Ed. New York . John Wiley and Sons, Inc.
- McKyes E , Ali O. S., 1977.-** The cutting of soil by narrow blades. *Journal of Terramechanics.*, **14(2)**,43 – 58.
- REECE A.R. ,1965.-** The fundamental equation of earthmoving mechanics. *Symp. Earthmoving Machinery*, 179 part 3F. Institute of mechanical Engineering. Newcastle Upon Tyne.

ETUDE DES POPULATIONS DE L'OLIVIER DE LAPERRINE (*Olea europaea* subsp. *laperrinei* Batt. & Trab.) DU SAHARA CENTRAL ALGERIEN (HOGGAR ET TASSILI) : ASPECTS BIOLOGIQUES ET CARACTERISATION MOLECULAIRE

BAALI-CHERIF D. ^{(1)(*)}, BOUGUEDOURA N. ⁽¹⁾,
BESNARD G. ⁽²⁾, et BOUHIRED L. ⁽¹⁾

⁽¹⁾ LRZA/USTHB BP 44, 16000 Alger-Gare

⁽²⁾ DEE, Bâtiment de Biologie, UNIL, CH-1005 Lausanne

^(*) Enseignant, INA El-Harrach, E-mail: bacherdj@yahoo.fr

R E S U M E

L'olivier de Laperrine (*Olea europaea* subsp. *laperrinei*) est une *Oleaceae* endémique des régions montagneuses du Sahara central vivant en altitude (1400-2800 m) où les précipitations annuelles moyennes sont de 50 à 100 mm. En Algérie, elle est présente dans les massifs du Hoggar, du Mouyedir, du Tefedest et du Tassili n'Ajjer. Les populations de ce taxon relique sont en régression depuis les changements climatiques du Pléistocène. De plus, cette sous-espèce n'a montré aucune trace récente de régénération naturelle, et de ce fait, elle est menacée localement de disparition. Ceci justifie que l'olivier de Laperrine doit bénéficier d'urgence d'un programme de préservation.

Des études sur plusieurs aspects biologiques (biogéographie, caractères botaniques, histo-anatomie, germination, écologie et caractérisation moléculaire) ont été effectuées sur un nombre d'échantillons relativement exhaustif et couvrant une grande région du Sahara central algérien (Hoggar et Tassili) pour mieux connaître ce taxon en vue de le multiplier à grande échelle. Nos résultats montrent que les effectifs de ce taxon dans le sud algérien dépassent quelques centaines de pieds, voire quelques milliers. Ils confirment également que les oliviers du Sud et du Nord de l'Algérie sont phénotypiquement et génétiquement différenciés, bien qu'ils soient sexuellement compatibles. Sur la base de ces résultats, l'olivier de Laperrine doit être considéré comme une sous espèce du complexe *O. europaea*. Grâce à son mode de reproduction asexuée (croissance clonale), ce taxon peut maintenir une relativement grande diversité génétique depuis des millénaires et évite l'érosion génétique due à la reproduction sexuée dans de petites populations. Devant l'extrême sécheresse de l'environnement local et le broutement par les animaux, l'olivier de Laperrine

Les essais de multiplication par semis donnent des résultats satisfaisants. Cependant, il est encore nécessaire de déterminer si ce mode de multiplication favorise une régression de la diversité génétique due au faible nombre d'individus capables de se reproduire dans les populations. Le bouturage pourrait donc être un moyen alternatif de multiplier le taxon à grande échelle, car de plus, il préserve les qualités génétiques d'adaptation au milieu local.

Mots clés : ADN, Biogéographie, Biologie, Espèce menacée, Hoggar, Marqueur génétique, Microsatellites, Olivier, Tassili.

دراسة في مجموعات زيتون لبيرين (*Olea europaea* subsp. *laperrinei* (Batt. & Trab.)
لصحراء الوسطى الجزائرية
(الهقار و الطاسيلي): جوانب بيولوجية و تصنيف جيني

المـلـخـص

زيتون لبيرين (*Olea europaea* subsp. *laperrinei*, Oleaceae) هو شجر زيتي خاص بالمناطق الجبلية من الصحراء الوسطى. يتواجد على إرتفاع يتراوح ما بين 1400م و 2500م حيث متوسط كميات الأمطار السنوية تنحصر ما بين 50 و 100 مم. في الجزائر، هذا الشجر ينمو في جبال الهقار، مويدير، نفدست و الطاسيلي ناجر. أعداد بقايا هذا الشجر في تناقص و ذلك منذ التغييرات المناخية التي طرأت في حقبة PLEISTOCENE. بالإضافة إلى ذلك فإن هذا النوع لم يظهر عليه إلى حد الآن أي اثر تجدد حديث. و هذا يحدده بالإنقراض محليا و يرشحه للإستفادة من برنامج عاجل للحفاظ عليه. لقد أجريت دراسات على عدد كبير من عينات شجر الزيتون لبيرين شملت منطقة كبيرة من صحرائنا الوسطى (الهقار و الطاسيلي). تناولت هذه الدراسات عدة جوانب بيولوجية (بيوجغرافيا، بيئة، الصفات النباتية، دراسة أنسجة، انتشار و دراسة وراثية) لمعرفة أفضل لهذا النوع من الزيتون و ذلك لمكائثرته على نطاق واسع. إن نتائجنا تؤكد أن شجر الزيتون في جنوب و شمال الجزائر مختلفان من حيث الشكل الخارجي و البنية الجينية بالرغم من كونهما ربما متجاوبين جنسيا. وبناء على هذه النتائج فإنه ينبغي أن يعد زيتون لبيرين نوعا فرعيا من مركب *Olea europaea*. إن أعداد هذا الشجر في الجنوب الجزائري تزيد عن بضع مئات و ربما عن بضع آلاف. بفضل طريقة تكاثره اللاجنسي (نمو تناسخي) فإنه يحافظ نسبيا على تعددته الجينية و ذلك منذ آلاف السنين، بها يتفادى الانجراف الجيني الذي يسببه التكاثر الجنسي في المجموعات القليلة. في مواجهة قسوة و استمرارية جفاف المحيط المحلي و أكالات العشب التي تتغذى عليه فإن شجر الزيتون لبيرين قد اعتمد إستراتيجية أخرى للاستمرار في

الحياة المتمثلة في الإنكماش على الذات على شكل شجيرات. إن محاولات مكثرة هذه النوع من الزيتون عن طريق زراعة البذرة قد أعطت نتائج مرضية غير انه يتطلب تحديد ما إذا كانت هذه الطريقة التكاثرية تقلص من تعددته الجينية بسبب قلة الأفراد القابلين للتكاثر في المجموعات. قد يكون التفسير طريقة بديلة في عملية مكثرة هذا النوع من الزيتون على نطاق واسع بالإضافة إلى كونه يحافظ على الخاصيات الجينية التي تمكنه من التأقلم مع الوسط المحلي

كلمات المفتاح : شجر الزيتون، DNA، بيوجغرافيا، بيولوجية، نوع في خطر، هقار، طاسيلي، مصنف جيني.

**STUDY OF THE LAPERRINE'S OLIVE POPULATIONS
(*Olea europaea* subsp. *laperrinei* Batt. & Trab.)
OF THE CENTRAL ALGERIAN SAHARA (HOGGAR AND
TASSILI) : BIOLOGICS ASPECTS AND MOLECULAR
CHARACTERISATION**

A B S T R A C T

The Laperrine's olive (*Olea europaea* subsp. *laperrinei*) is an endemic *Oleaceae* of mountainous lands of the central Sahara living at high altitudes (1400-2800 m) where the average annual rainfall is comprised between 50 and 100 mm. In Algeria, this relict taxon is found on four massifs: Hoggar, Mouyedir, Tefedest and Tassili n'Ajjer. Their populations are in regression since the climatic changes of the Pleistocene. In addition, this subspecies has never showed a recent natural regeneration, and for this reason, it is an endangered species which must urgently benefit of a preservation program. In order to better know this taxon, a study of some biological aspects (i.e. biogeography, ecology, botany, histo-anatomy, germination and molecular characterisation using microsatellites) was realised on a sample relatively exhaustive and covering a great part of our central Sahara (Hoggar and Tassili). Our results confirm that olives of south and north of Algeria are phenotypically and genetically differentiated, even if they are considered to be sexually compatibles. Based on these results, the Laperrine's olive must be considered as a subspecies of the *O. europaea* complex. South Algerian populations of this taxon should be constituted of several hundreds trees to about a few thousands. Due to an asexual reproduction mode (clonal growth), this taxon can maintain a relatively high genetic diversity, avoiding the genetic erosion due in the sexual reproduction in small populations. In response to a perpetual extreme drought and an over-grazing by animals, the Laperrine's olive adopts another strategy of surviving by stunting like a bush. Tries of multiplication by seeds were successful. Nevertheless, it must necessary to determine if this mode of multiplication could favour a regression of the genetic diversity due to the low number of individuals able to flower and bear fruits. The vegetative propagation must be an alternative mean to multiply the taxon at a great scale, since it may also preserve the genetic qualities of local adaptation.

Keys words : DNA, Biogeography, Biology, Threatened species, Genetic marker, Hoggar, Microsatellite, Olivier, Tassili.

I. INTRODUCTION

L'olivier de Laperrine (*Olea europaea* subsp. *laperrinei*) est l'une des six sous espèces du complexe taxonomique *O. europaea* défini par GREEN (2002) comme suit :

1 - <i>Olea europaea</i> L. subsp. <i>europaea</i> a - var <i>sylvestris</i> (Miller) Lehr. = Oléastres b - var <i>europaea</i> = cultivars	Bassin méditerranéen Bassin méditerranéen
2 - <i>Olea europaea</i> subsp. <i>laperrinei</i> (Batt. & Trab.) Ciferri	Massifs du Sahara central
3 - <i>Olea europaea</i> subsp. <i>maroccana</i> (Greut. & Burd.) P. Vargas et al.	Haut Atlas marocain
4 - <i>Olea europaea</i> subsp. <i>guanchica</i> P. Vargas et al.	Îles des Canaries
5 - <i>Olea europaea</i> subsp. <i>cerasiformis</i> (Webb & Berth.) Kunk. & Sund.	Madère
6 - <i>Olea europaea</i> subsp. <i>cuspidata</i> (Wall.) Ciferri	Afrique du Sud jusqu'en Chine

Jadis, pour certains auteurs, il était considéré comme une espèce à part entière (*O. laperrinei*) notamment par BATTANDIER & TRABUT (1911) puis comme un olivier du bassin méditerranéen (*O. europaea*) qui s'est adapté aux conditions environnementales du Sahara central (CIFERRI, 1941). Il se développe dans le lit des oueds et les falaises des montagnes. L'arbre peut prendre soit un aspect érigé quand il est à l'abri des dégradations (Fig. 1) ou un aspect rabougri sous forme de buisson lorsqu'il est brouté par les animaux (Fig. 2). C'est une ressource génétique importante pour sa résistance à la sécheresse qui pourrait être utilisée comme porte greffe pour les variétés d'oliviers cultivés du Nord de l'Algérie. L'olivier de Laperrine doit profiter d'un programme de réhabilitation (BAALI-CHERIF et al., 2002), sinon il pourrait disparaître comme ce fût le cas au Pléistocène dans le Tibesti au Tchad (QUEZEL, 1978). Seulement, quelques travaux ont été réalisés sur la biologie, la biogéographie et l'écologie de ce taxon par MAIRE (1933), BENICHOU (1962), et plus récemment par BAALI-CHERIF et al. (2002) et BENARAR & BOUGUEDOURA (2002). Ces travaux demeurent cependant insuffisants devant l'ampleur de la menace de son extinction.

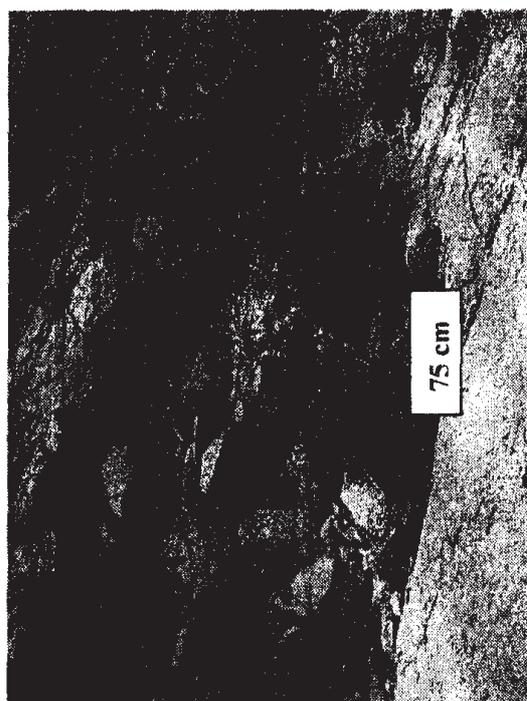


Figure 2 : Oliviers de Laperrine très rabougris dans une falaise à Ilenanene dans le Hoggar



Figure 1 : Oliviers de Laperrine en bon état dans une falaise de In-Ezebib dans le Hoggar

Les objectifs généraux des travaux réalisés à partir de 1996 étaient 1) d'établir l'importance de l'olivier de Laperrine dans le Sud algérien, de mieux connaître les effectifs de ses populations et d'apprécier son comportement dans son biotope, 2) de préciser sa taxonomie sans ambiguïté et de mieux cerner ses relations avec les autres populations du complexe *Olea europaea*, et 3) de mieux comprendre sa stratégie de survie. Au cours de nos travaux sur l'olivier de Laperrine, nous avons entrepris des études sur sa biogéographie et son écologie, ses caractères botaniques (morphologie de l'arbre, des feuilles, de l'inflorescence et du pollen, histo-anatomie des organes) et sa germination. Ces données nous ont permis notamment de discuter sur la controverse de sa position systématique. Ces études ont ensuite été poursuivies par une caractérisation moléculaire à l'aide de marqueurs microsatellites de plusieurs populations d'olivier de Laperrine du Hoggar et du Tassili afin de mesurer la diversité génétique de ce taxon en comparaison de l'olivier méditerranéen, d'appréhender ses stratégies de reproduction (croissance clonale, flux de gènes) et de retracer sa phylogéographie au sein du groupe d'oliviers du Sahara central.

II. GENERALITES SUR LES REGIONS D'ETUDE

La description des deux régions considérées dans notre étude (Hoggar et Tassili) est importante pour bien comprendre les stratégies de maintien de l'olivier de Laperrine en conditions environnementales très arides (Fig. 3).

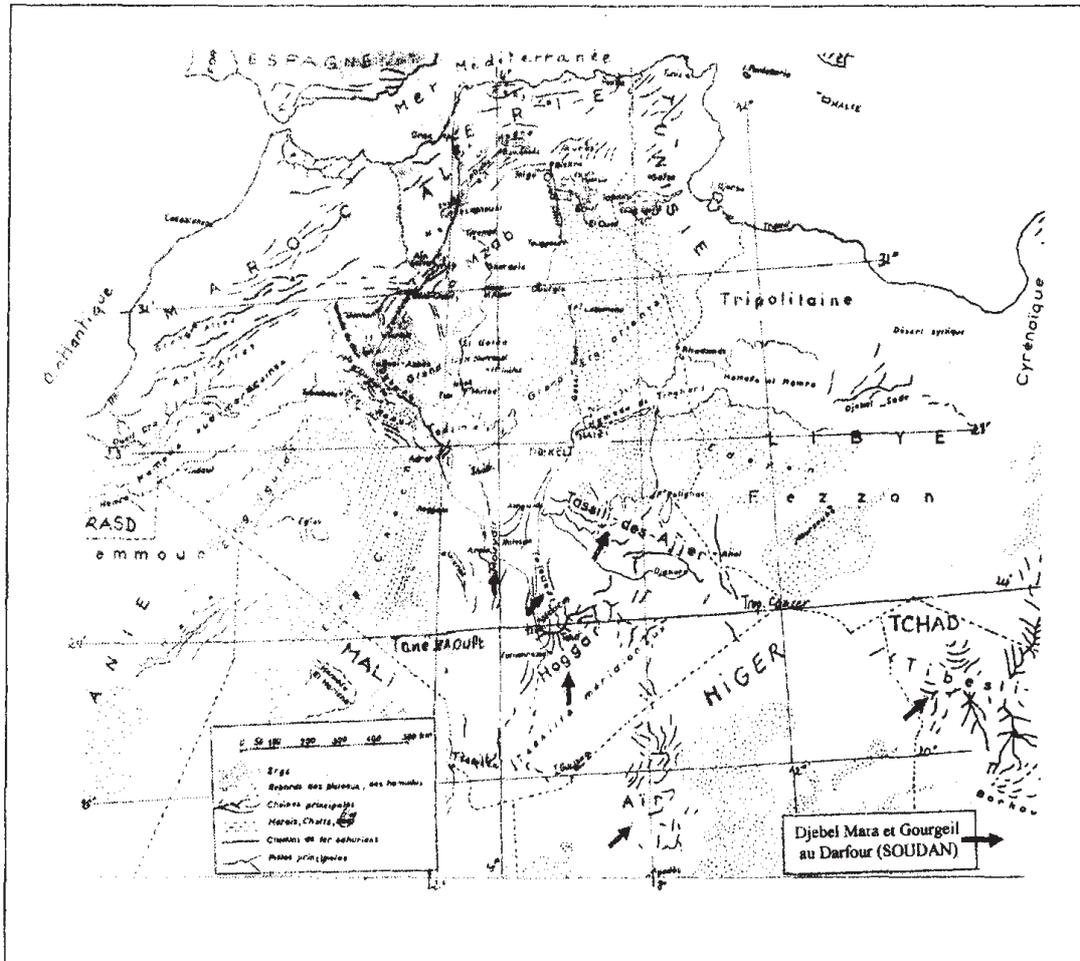


Figure 3 : Carte de situation des massifs montagneux à olivier de Laperrine (*) dans le Sahara central africain (↑).

(*) : Ce taxon est actuellement présent dans les massifs algériens du Hoggar, Tassili n'Ajjer, Tefedest et Mouyedir. Par contre, il a disparu du Tibesti (Tchad), bien que des pollens attestent de sa présence au Pléistocène (QUEZEL, 1978).

1. LE HOGGAR

Le Hoggar est la partie la plus méridionale du Sahara algérien comportant des particularités naturelles et biologiques. On y observe une diversité de milieux, une variété de structures et de paysages (VERLET, 1974). Ce massif est appelé par ses autochtones Touaregs "Ahaggar" et il s'étend sur environ 450000 km². C'est un ensemble montagneux dont les sommets varient entre 2000 et 3000 m, il s'étend entre 21 et 25° de latitude Nord et entre 2 et 6° de longitude Est (Le HOUEROU, 1992). Le volcanisme a été particulièrement important vers la fin du Tertiaire et au Quaternaire dans la formation du relief (FURON, 1967). Les formes géomorphologiques ainsi formées (massifs, plateaux, falaises...) ont une importance botanique spéciale, car elles constituent pour certaines d'entre elles (gorges et gueltas) des zones refuges pour la flore (QUEZEL, 1965). Le Hoggar est pauvre en réserves hydrogéologiques (DUBOST, 1992). Les réserves en eau sont des écoulements souterrains contenus dans les zones d'élargissement des oueds qui sont quasi-exclusivement alimentés par les crues (GRIBI *et al.*, 1992).

2. LE TASSILI

Le Tassili n'Ajjer est un plateau immense qui se situe à une altitude élevée par rapport au reste du Sahara (1500 m). Cette particularité, en plus de sa structure, font de lui un milieu unique au Sahara central et ailleurs. D'une superficie de 80000 km², il est situé au Sud-Est de l'Algérie, en grande partie dans la Wilaya d'Illizi. Ce plateau est formé d'éléments gréseux séparés par le sillon intra-Tassilien schisteux (LEREDDE, 1957). Le Tassili n'Ajjer est essentiellement constitué par l'un des morceaux de l'enceinte gréseuse qui entoure le très ancien bouclier saharien, dont la masse cristalline constitue le massif du Hoggar. Le Tassili est constitué de roches nues (grès ou basaltes) ne permettant pas aux eaux de pluie de s'infiltrer. Ces eaux ruissellent donc sur de grandes distances pour arriver au niveau de zones d'épandage constituées de sable et s'infiltrent pour alimenter la nappe phréatique (LEREDDE, 1957). La présence de points d'eau, permanents ou non, appelés « gueltas », constitue une des originalités du Tassili. Elles participent à l'accueil d'espèces animales et végétales des biotopes humides et constituent donc un milieu fondamental d'équilibre des milieux naturels sahariens.

3. LE CLIMAT DE LA REGION D'ETUDE

Le climat représente un des critères les plus importants dans la distribution géographique de la végétation saharienne. Le Sahara est le plus

grand des déserts et où les conditions climatiques atteignent leur plus grande âpreté. Elles sont dues d'abord à sa situation latitudinale, au niveau du tropique du Cancer, ce qui entraîne de fortes températures, et au régime des vents qui se traduit par des courants chauds et secs (DUBIEF, 1963). De plus, le Sahara central est privé de précipitations du fait de son éloignement de la mer (effet de la continentalité). Pour illustrer les conditions climatiques du Hoggar et du Tassili, les paramètres (température et pluviométrie) des stations météorologiques de Tamanrasset et Djanet sont résumés respectivement dans le Tableau 1.

4. CARACTERES GENERAUX DE LA FLORE DU SAHARA

La végétation du Sahara est surtout confinée au niveau des habitats où les conditions topographiques sont favorables au maintien d'une vie végétale (dépressions, lits d'oueds, flancs de montagnes, régions dunaires...). La spécificité biologique du Sahara, ainsi que l'existence de vastes étendues constituant des obstacles indéniables à la dissémination des espèces, font que la flore est très pauvre en nombre d'espèces et que l'endémisme est particulièrement développé atteignant la valeur remarquable d'environ 25% (OZENDA 1991). Parmi les plus remarquables, citons les espèces constituant les flores du Hoggar (QUEZEL, 1954, 1965; OZENDA, 1991) et du Tassili (LEREDDE, 1957 ; BARRY *et al.*, 1976). Elles sont de diverses origines biogéographiques (saharo-arabiques, endémiques et cosmopolites) et de composition systématique relativement variée. Au Hoggar, la flore actuelle est pauvre par rapport à l'étendue de la région ; MAIRE (1933) y distingue 350 espèces. Au Tassili n'Ajjer, le nombre total d'espèces recensé par LEREDDE (1957) est d'environ 410. La liste de quelques espèces endémiques les plus connues au Hoggar et au Tassili (MAIRE, 1933; QUEZEL, 1954, 1965; BARRY & RISER, 1988; BOUCHENEB, 1999 ; BENHOUBOU *et al.*, 2003 ; CHENOUNE, 2005) est composée des taxons suivants: *Cupressus dupreziana*, *Myrtus nivellei*, *Olea europaea* subsp. *laperrinei*, *Ficus salicifolia*, *Lupinus tassilicus*, *Senecio hoggariensis* etc.

Tableau 1 : Données météorologiques (moyennes mensuelles) des stations(*) de Tamanrasset et de Djanet; ONM (2007)

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année	
ONM (1987-2006)	Tamanrasset (Hoggar)	T (°C)	12,9	15,0	19,0	23,6	27,5	29,8	30,0	29,3	27,8	23,6	18	14,4	Moy. : 22,6
		HR(%)	24,3	21,7	19,7	16	16,1	17,5	17,2	21,3	22,2	24,1	25,1	26,1	Moy. : 20,9
		P mm)	1,73	1,18	6,78	1,3	2,82	8,25	7,11	10,38	4,45	9,47	1,1	0,71	Total : 55,3
	Djanet (Tassili)	T (°C)	11,7	14,2	19,3	25,1	29,1	31,8	31,7	31,2	29,9	25,4	17,9	13,3	Moy. : 23,4
		HR(%)	37,7	29,9	23,9	19,1	18,1	17,3	16,2	18,9	21,1	27,5	31,2	35,9	Moy. : 24,7
		P(mm)	1,83	0,54	4,85	1,13	3,42	2,22	0,35	0,9	0,41	1,38	0,05	0,07	Total : 17,2

(*) : Tamanrasset (région du Hoggar ; Altitude: 1362 m, Latitude: 22°47N, Longitude : 05°31E) et de Djanet (région du Tassili; Altitude: 1054 m, Latitude: 24°55N, Longitude : 09°47E).

T = Température;

P = Pluviométrie ;

HR = Humidité relative.

ONM = Office National de la météorologie (Algérie)

III - ETUDES ENTREPRISES SUR LE TAXON

1. BIOGEOGRAPHIE

Nos recherches bibliographiques montrent que l'ensemble des anciens travaux (MAIRE, 1933 ; LEREDDE, 1957 ; QUEZEL, 1954 ; BENICHOU, 1962 ; OZENDA, 1991) donnent seulement une répartition géographique de l'olivier de Laperrine à l'échelle régionale dans le Sahara central. Afin de pouvoir sauvegarder ce taxon, il est tout d'abord nécessaire de regrouper un maximum de données avec suffisamment de précision sur sa biogéographie telles que la localisation des stations, leurs coordonnées géographiques (latitude, longitude, altitude), le nombre de pieds et le type de relief. Ainsi, dans cette partie, nous essayerons de faire le point pour dresser un bilan général sur l'inventaire de l'espèce à travers les stations que nous avons explorées au cours de nos différentes missions au Hoggar et au Tassili (Tableau 2).

Les 19 stations d'olivier de Laperrine que nous avons prospectées au Hoggar couvrent une superficie d'environ 3500 km². On remarque que l'ensemble de ces stations accuse un nombre de pieds généralement limité, parfois inférieur à 5 (Tableau 2). Ce sont des stations exposées aux différentes actions de dégradations (homme et animaux) qui se trouvent dans les plateaux et lits d'oueds (e.g. Oued Ettoûl, Oued Inerjiouène ...). Par contre les stations isolées et localisées dans des endroits inaccessibles peuvent contenir une centaine de pieds (e.g. Tin Hamor, Tizioûadj, In-Tounin...). Dans la seule station de Tamrit du Tassili où nous avons exploré une aire de seulement 9 km², nous avons recensé un nombre surprenant de 60 pieds, considéré en deçà de la réalité. Tous les auteurs qui connaissent la région (MAIRE, 1933 ; LEREDDE, 1957 ; BENICHOU, 1962 ; QUEZEL, 1965 ; OZENDA, 1991) signalent que dans le Tassili, l'olivier de Laperrine est moins fréquent que dans le Hoggar. De nos observations, il ressort qu'il y a donc une nécessité de revoir les anciens relevés et que le meilleur moyen de connaître le nombre exact d'individus dans chaque station est d'effectuer davantage de sorties sur le terrain. Selon A. Sahki (com. pers.), chercheur de l'INRF au Hoggar qui a eu l'occasion de faire plusieurs missions d'exploration, il y aurait plusieurs centaines (voire 1 à 3 milliers) de pieds d'olivier de Laperrine dans le Hoggar. Nos observations personnelles (plus de 700 pieds observés dans le Hoggar) confirment au moins ce fait. Toutefois, il est difficile d'estimer précisément le nombre de pieds présents dans le Hoggar et le Tassili car il existe peu de données chiffrées dans la littérature. De plus, il n'est pas toujours facile de compter tous les arbres présents du fait que les falaises sont difficiles d'accès. On peut donc supposer que le nombre de pieds est généralement sous estimé.

Tableau 2 : Données sur les stations d'olivier de Laperrine observées durant nos missions au Hoggar et Tassili.

Dates des Missions	Noms des stations	Coordonnées géogr.		Alt. (m)	Nombre de pieds	
		Latitude	Longitude			
HOGGAR						
26/03/1996	Tin Hamor	22°50N	5°37E	1900	+ 100	
	Tizoûadj	23°15N	5°42E	2200	+ 100	
	Imouren	23°14N	5°28E	2300	+ 10	
30/05/2000	Afilal	23°09N	5°44E	2050	5	
	Oued Inerjiouène	23°50N	6°00E	1450	7	
10/05/2001	Oued Ettoûl	22°50N	5°21E	1400	3	
01/06/2004	Adjelella	22°38N	5°37E	1530	+ 16	
	In-Tounin	22°45N	5°38E	1390	+ 100	
	Tahâssa	22°47N	5°39E	1476	20	
	In-Ezzebib	22°48N	5°37E	1470	30	
	Hadriane	22°47N	5°35E	1600	+ 50	
	Oulet (Issekram)	22°54N	5°35E	1605	30	
	Ilennanene	22°55N	5°31E	1525	12	
	Tin-Aleo	23°05N	6°05E	1581	10	
	Tonget	23°07N	5°59E	1600	3	
	03/05/2007	Edikel (Taessa)	23°05N	5°31E	1710	+ 80
		Akerakar (plateau)	23°04N	5°43E	1900	+ 80
04/08/2007	Akerakar (massif)	23°02N	5°42E	1875	+ 20	
	Ahounahamt	22°56N	5°41E	1870	15	
TASSILI						
30/04/2005	Tamrit	24°37N	9°35E	1710	+ 60	

2. ECOLOGIE

Dans cette partie, nous nous sommes intéressés exclusivement aux espèces d'arbres et arbustes qui évoluent au voisinage immédiat (rayon de 5 à 20 m) de l'olivier de Laperrine dans les stations que nous avons explorées (falaise, ravin, Oued etc.) au cours des différentes missions effectuées dans le Hoggar et le Tassili afin de discuter en particulier des types de liens associatifs. L'olivier de Laperrine se trouve en regroupement avec les différentes espèces d'arbres et arbustes réunies dans le tableau 3.

Tableau 3 : Relevés des espèces végétales (phanérophytes) évoluant au voisinage de l'olivier de Laperrine dans les stations du Hoggar et du Tassili.

Noms des stations	Coordonnées géographiques		Alt. (m)	Espèces
HOGGAR				
Oued Ilamane	23°13N	5°28E	2000	<i>Rhus tripartita</i> , <i>Acacia ehrenbergiana</i> , <i>Pistacia atlantica</i>
Tin Hamor	22°50N	5°37E	1900	<i>Ficus salicifolia</i> , <i>Rhus tripartita</i> , <i>Acacia ehrenbergiana</i> , <i>Nerium oleander</i>
Tizoûadj	23°15N	5°40E	2700	<i>Rhus tripartita</i> , <i>Acacia ehrenbergiana</i>
Oued Ettoûl	22°05N	5°21E	1400	<i>Rhus tripartita</i> , <i>Acacia ehrenbergiana</i> , <i>Maerua crassifolia</i>
Adjelella	22°38N	5°37E	1530	<i>Rhus tripartita</i>
In-Tounin	22°45N	5°38E	1390	<i>Ficus salicifolia</i> , <i>Rhus tripartita</i> , <i>Acacia ehrenbergiana</i>
In-Ezzebib	22°48N	5°37E	1470	<i>Rhus tripartita</i> , <i>Acacia ehrenbergiana</i> , <i>Myrtus nivellei</i> , <i>Nerium oleander</i>
Tonget	23°07N	5°59E	1600	<i>Acacia ehrenbergiana</i>
Tin Aleo	23°05N	6°05E	1581	<i>Acacia ehrenbergiana</i>
Iskrem	22°55N	5°35E	1605	<i>Maerua crassifolia</i>
TASSILI				
Tamrit	24°37	9°35	1710	<i>Rhus tripartita</i> , <i>Acacia raddiana</i> , <i>Myrtus nivellei</i> , <i>Nerium oleander</i> , <i>Ziziphus lotus</i> , <i>Cupressus dupreziana</i>

Dans le Hoggar et le Tassili, on observe la même combinaison floristique, constatation faite également par LEREDDE (1957). Ce sont les espèces telles que *Rhus tripartita* et *Acacia ehrenbergiana* qui se retrouvent le plus dans cette combinaison. Une association particulière, répertoriée par QUEZEL (1965), mérite d'être évoquée : C'est celle de l'olivier de Laperrine avec le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) repérée au Hoggar (aux alentours de la station du Oued Ilamane). Cette association a son homologue à 2000 km dans le maquis au Nord de l'Algérie (région

méditerranéenne). Elle est constituée par *O. e. europaea* et le lentisque (*Pistacia lentiscus*), il s'agit sans doute d'une association vicariante.

Ces espèces répertoriées avec *O. e. laperrinei* du Sahara central (Hoggar et Tassili), qui est considéré comme un taxon appartenant à la végétation des lits d'Oueds des hautes montagnes du Sahara central, sont des éléments méditerranéens faisant partie des associations végétales vestiges des périodes humides du Quaternaire et actuellement en voie de disparition (QUEZEL, 1965). OZENDA (1991) considère que ces espèces sont de souche méditerranéenne et non de biologie méditerranéenne, car le climat régnant dans leur biotope n'est pas le même. MAIRE (1933) les appelait végétation orophile de l'étage saharo-méditerranéen. De ce fait, on constate que le caractère méditerranéen ressort toujours et ceci laisse penser que ces associations qualifient bien la relation étroite entre les sous-espèces *laperrinei* et *europaea* du complexe *Olea europaea*. BESNARD *et al.* (2007), à travers les marqueurs moléculaires de l'ADN chloroplastique, a d'ailleurs montré que *O. e. laperrinei* du Hoggar et *O. e. europaea* de l'Est méditerranéen sont phylogénétiquement très apparentés.

ANTHELME *et al.* (2008) trouvent au Niger dans les massifs de Bagzane et Tamgak, que les espèces arborescentes les plus importantes en association avec *O. e. laperrinei* sont des taxons généralement présents entre 1400 et 1900 m d'altitude. En l'occurrence, ces espèces sont *Rhus tripartita*, *Acacia ehrenbergiana* et *Acacia raddiana*. Au Hoggar et au Tassili, l'olivier de Laperrine est rarement associé à *Acacia raddiana*, car la distribution altitudinale de cette dernière espèce ne dépasse jamais les 1400 m tandis que l'olivier de Laperrine évolue généralement au-delà.

3. CARACTERES BOTANIKES GENERAUX

L'usage des caractères botaniques, à l'échelle de l'arbre, de l'organe (e.g. forme, taille des feuilles, fruits, fleurs et graines) et de la cellule (e.g. histologie, anatomie, palynologie) est utilisé depuis fort longtemps et jusqu'à nos jours pour caractériser les espèces du genre *Olea* (e.g. LINNE, 1734 ; de CANDOLLE, 1844 ; COUTANCE, 1877 ; JOHNSON, 1957 ; CIFERRI, 1941 ; BENICHOU, 1962 ; ALTAMURA *et al.*, 1982 ; MEDAIL *et al.*, 2001 ; GREEN, 2002) et également pour l'identification variétale (e.g. RUBY, 1917 ; HAUVILLE, 1953 ; ORTEGA, 1963 ; IDRISI & OUZZANI, 2003). Avant que les marqueurs moléculaires ne tranchent sur ses origines, les descripteurs botaniques ont montré avec la quasi certitude que l'olivier de Laperrine devrait être considéré comme un taxon endémique des montagnes du Sahara (BATTANDIER & TRABUT, 1911 ; MAIRE, 1933 ; QUEZEL, 1954 ; BENICHOU, 1962 ; GREEN, 2002). Pour étayer cette idée, nous présentons des observations que nous avons faites à l'issue de nos différentes missions au Hoggar et au Tassili sur plusieurs caractères

botaniques de l'olivier de Laperrine. Nos données étaient systématiquement comparées à celles obtenues sur l'olivier sauvage de l'Algérois (*O. europaea* subsp. *europaea*), aussi appelé Zebboudj (= oléastre).

3.1. ARCHITECTURE

L'observation des populations de toutes les stations (Hoggar et Tassili) montrent d'une façon générale que l'arbre a un aspect buissonnant composé de plusieurs rejets (3 à 6 en moyenne). Les rejets du centre du buisson, d'aspect normal, leur feuillage est exubérant et leurs rameaux sont vigoureux. Par contre, ceux de la périphérie ont de très petites feuilles et leurs rameaux sont très courts (Fig. 4). Il est rare de trouver un pied franc comme le cas des oléastres de l'Algérois (Fig. 5).

En définitive, l'olivier de Laperrine a une architecture typique en buisson avec de multiples rejets. Il ne nous est jamais apparu comme un arbre franc. Cette architecture a été également décrite par ANTHELME *et al.* (2008) pour l'olivier de Laperrine présent dans les massifs du Niger. Les mesures moyennes effectuées sur la taille des pieds des buissons des différentes stations explorées au cours de nos différentes missions au Hoggar et au Tassili sont représentées dans le Tableau 4.

Tableau 4 : Mesures moyennes (m) faites au niveau de la taille des buissons de l'olivier de Laperrine du Hoggar et du Tassili.

Buisson					
Pieds de la périphérie			Pieds du centre		
Hp	Ct	Ht	Hp	Ct	Ht
3,0 ± 0,5	0,2 ± 0,05	-	7,0 ± 1,0	0,4 ± 0,2	0,7 ± 0,2

Hp = Hauteur du pied,
 Ct = Circonférence du tronc,
 Ht = Hauteur du tronc. Nombre de pieds = 10

3.2. ETUDES MORPHOLOGIQUE ET HISTO-ANATOMIQUE DES APPAREILS VEGETATIF ET REPRODUCTEUR

Il serait fastidieux d'étudier les caractères morphologique et histo-anatomique au niveau des pieds de l'olivier de Laperrine de toutes les stations explorées au cours de nos différentes missions sur le terrain au Hoggar et au Tassili (700 pieds en 10 ans). Puisque tous ces pieds sont

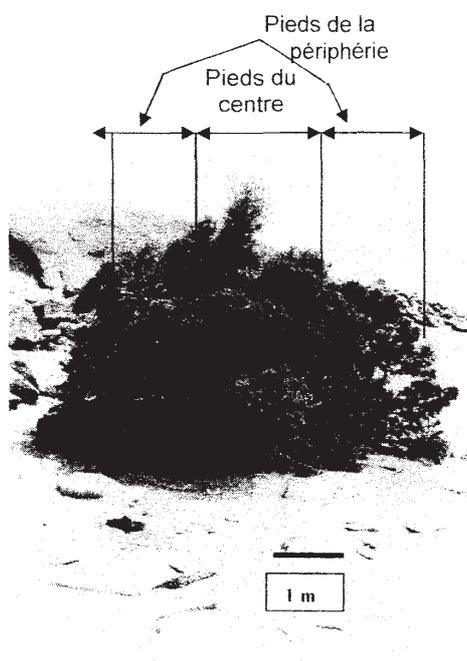


Figure 4 : Aspect buissonnant d'un olivier de Laperrine dans la station de Chaâba Akerkar (Hoggar).

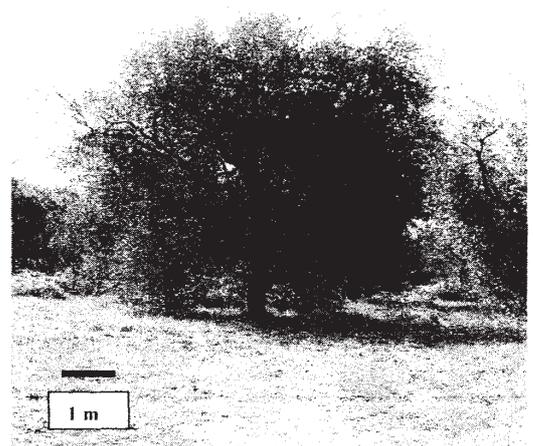


Figure 5 : Un pied franc de Zebboudj, oléastre de l'Algérois (*O. e. europaea*).

semblables, nous avons estimé plus judicieux de prendre uniquement la station de Tonget (Hoggar) comme la station de référence d'olivier de Laperrine pour nos différentes études comparatives avec l'oléastre de l'Algérois. Les méthodes utilisées pour l'étude de ces caractères sont des observations directes des organes végétaux (rameaux, feuilles et inflorescences) ou à partir des coupes réalisées au niveau de l'organe. L'essentiel des résultats est présenté sous forme de tableaux et de figures.

3.2.1. ETUDE MORPHOLOGIQUE

L'examen des résultats des caractères morphologiques des appareils végétatif et reproducteur regroupés dans les Tableaux 5 et 6, montre que dans leur globalité, ils rejoignent ceux trouvés par les différents auteurs cités dans le Tableau 7. Ainsi, ces observations confirment que la quasi-totalité des caractères pris en compte dans nos comparaisons sont différents pour les deux taxons (*O. e. laperrinei* et *O. e. europaea*). Les caractères qui mettent en évidence les différences les plus marquées sont la forme, la longueur, la largeur et l'aspect de la nervure principale pour les feuilles (appareil végétatif), le nombre d'inflorescence par rameau, le nombre de fleurs par inflorescence et la longueur de l'inflorescence chez l'appareil reproducteur.

3.2.2. ETUDE HISTO-ANATOMIQUE

L'étude des coupes transversales a été faite au niveau des trois types d'organes (tiges, feuilles, racines) préalablement fixés dans le mélange formol - acide acétique - alcool (FAA). On ne montrera ici que les résultats obtenus à travers les coupes faites au niveau des feuilles (Fig. 6), car en comparaison des autres organes (tiges, racines), seules les feuilles font ressortir plusieurs caractères distinctifs et intéressants à prendre en compte. Ces caractères se situent au niveau de l'épiderme, la cuticule, le parenchyme palissadique, la nervure centrale et du nombre de stomates. La quantification de ces différences engendrées par ces structures est matérialisée par des mesures moyennes qui sont consignées dans le Tableau 8.

L'examen des résultats de ce tableau 8, montre des différences nettes pour l'ensemble des caractères considérés pris deux à deux, pour les deux taxons. C'est pour cela que la plupart des auteurs ont généralement privilégié les caractères liés à la feuille par rapport à ceux de tige ou de la racine dans leurs études comparatives au sein du complexe *O. europaea* pour distinguer les taxons (BENICHO, 1962 ; MEDAIL *et al.*, 2001 ; VARGAS *et al.*, 2001 ; GREEN, 2002).

Tableau 5 (*) : Comparaison des caractères morphologiques végétatifs (rameaux et feuilles) entre *O. e. laperrinei* (Hoggar) et *O. e. europaea* (oléastre de l'Algérois)

Taxons	Rameaux	Feuilles							
		Caractères Généraux	forme	Couleur		Nervure centrale	Taille (cm)		
				Face adaxiale	Face abaxiale		Longueur	Largeur	Longueur pétiole
<i>O. e. laperrinei</i>	Grêles flexibles, peu fournis en feuilles	Entières terminées en mucron ou obtuse sans stipules, glabres, persistantes en disposition opposées dans le rameau	Etroite linéaire	Verte	Argentée	Plate	4 - 6	0,5 - 0,7	0,2 - 0,5
<i>O. e. europaea</i> (Oléastre)	Bien portant et plus robustes, très fournis en feuilles		Oblongue	Verte	Argentée	Saillante	5 - 8	1 - 1,4	0,3 - 0,6

(*) : Mesures moyennes faites sur 10 échantillons.

Tableau 6 (*) : Comparaison des caractères morphologiques végétatifs (inflorescence, fleur, fruit) entre *O. e. laperrinei* (Hoggar) et *O. e. europaea* (oléastre de l'Algérois)

	Inflorescence (grappe)			Fleur			Fruit				
	Longueur (cm)	Nbre de Grappes par rameau	Nbre de fleurs par grappe	Couleur	Ø corolle (mm)	Longueur pédoncule (mm)	Forme	Epaisseur (mm)		Poids sec (g)	Dimensions Lxl (mm)
								Pulpe	Endo-carpe		
<i>O. e. laperrinei</i>	2 - 4	6 - 10	8 - 6	Blanche	4 - 5	1 - 1,7	Ovoïde globuleuse	0,6-1	0,15-0,30	0,06-0,08	4-6 x 3-4
<i>O. e. europaea</i> (Oléastre)	3 - 6	8 - 15	8 - 10	Blanche	5 - 6	1 - 2	Ovoïde globuleuse	2-2,5	0,30-1,10	0,35-0,50	5-7 x 4-5

(*) : Mesures moyennes faites sur 20 échantillons.

Tableau 7 : Données sur les caractères des appareils végétatif et reproducteur des deux taxons (*O. e. laperrinei* et *O. e. europaea*) de quelques auteurs.

Auteurs	Taxons	Feuille (cm)			Inflorescence Longueur (cm)	Fleur (cm)		Fruits (Lxl ; cm)
		Longueur	Largeur	Longueur pétiole		Ø corolle	Longueur pédoncule	
Benichou (1962)	<i>laperrinei</i>	2,8 - 4	0,3 - 0,8	0,2 - 0,4	2 - 3,5	0,20-0,25x0,20-0,25	0,12	-
	<i>europaea</i>	4 - 6,5	1 - 2	0,3 - 0,5	-	0,45-0,60x0,40-0,50	-	-
Médail <i>et al.</i> (2001)	<i>laperrinei</i>	(2,8)4 - 5(7)	(0,3)0,5 - 1(1,5)	0,2 - 0,4	2 - 3	0,4 - 0,6	Développé	0,5-0,8 x 0,4-0,5
	<i>europaea</i>	(2)5 - 6(8)	(0,5)1 - 1,5 (2)	0,3 - 0,6	3 - 7	0,4 - 0,5	Absent	1-3,5 x 0,6-2
Baali-Cherif <i>et al.</i> (2002)	<i>laperrinei</i>	4,60	0,50	0,36	2,41	-	-	0,4 x 0,5
	<i>europaea</i>	5,49	0,84	0,37	3,29	-	-	0,8 x 1,5

Tableau 8 (*) : Anatomie comparative de la feuille des deux taxons (*O. e. laperrinei* et d'*O. e. europaea*) : Epaisseur (micromètre) de la cuticule, de l'épiderme et du parenchyme palissadique (pp) et nombres de stomates et d'assises dans le pp.

Taxons	Face de la cuticule		Face de l'épiderme		Nbre de stomates par mm ²	Face du parenchyme palissadique				Nervure centrale
	adaxiale	abaxiale	adaxiale	abaxiale		f.abaxiale	adaxiale		abaxiale	
					Epaisseur		Nombre d'assises	Epaisseur	Nombre d'assises	
<i>laperrinei</i>	3,88±0,26	3,55±0,22	16,81±2,19	14,35±1,94	263 ± 17	105,34±23	2	30,12±3,19	1	plate
<i>europaea</i> (Oléastre)	9,89±0,37	5,04±0,29	18,71±2,82	22,31±3,87	218 ± 11	78,32±8,1	2	-	0	saillante

(*) : Mesures moyennes faites sur 10 échantillons.

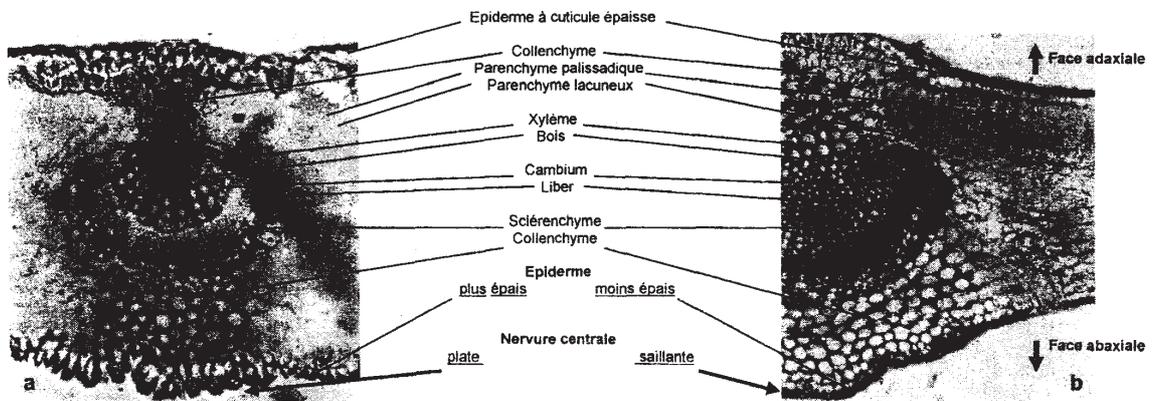


Figure 6 : Coupes transversales au niveau de feuilles d'olivier vues au microscope photonique:
a : Olivier de Laperrine (Gx 110.25)
b : Oléastre de l'Algérois (Gx 276.25)

4. EXAMEN DU POLLEN

Un examen du pollen a été effectué dans le but de faire la comparaison sur le plan morphologique entre les deux taxons d'olivier considérés dans cette étude. Les grains de pollen observés dans une goutte d'eau, proviennent de fleurs fixées dans le FAA. Le pollen des stations de Tonget (Hoggar) et de Djanet (Tassili) a pu être visualisé par un microscope confocal à balayage à laser (Leica TSC SP2 AOBS). Les différentes mensurations effectuées au niveau du grain de pollen ont été faites à l'aide d'un micromètre sous observation en microscopie photonique. Les résultats obtenus sont représentés dans le

Tableau 9 : Comparaison au niveau des grains de pollen de l'olivier de Laperrine (Hoggar et Tassili) et de l'oléastre de l'Algérois. Les dimensions sont données en micromètre.

Taxon	Localité	Diamètre	Sillon		Exine	Verrue
			Longueur	Largeur		
<i>O. e. laperrinei</i>	Hoggar	22,6 ± 2,19	9,19 ± 0,99	2,73 ± 0,39	1,33 ± 0,21	0,38 ± 0,04
	Tassili	22,0 ± 2,10	9,09 ± 1,00	2,62 ± 0,25	1,48 ± 0,38	0,36 ± 0,04
<i>O. e. europaea</i> (Oléastre)	Alger	23,2 ± 2,45	9,92 ± 1,12	2,56 ± 0,36	1,28 ± 0,19	0,35 ± 0,04

Nombre d'échantillons examinés : 20

L'examen du Tableau 9 montre à travers l'ensemble des paramètres mesurés une différence remarquable entre l'olivier de Laperrine et l'oléastre de l'Algérois en ce qui concerne le diamètre du grain de pollen, l'épaisseur de l'exine et la taille des verrues. Par ailleurs, nous n'avons pas trouvé de divergences majeures entre les pollens d'olivier de Laperrine du Hoggar et du Tassili. BENICHOU (1962), en comparant des pollens d'oliviers de Laperrine d'une région du Hoggar (Temmez-Lezzene) et ceux d'oliviers de l'Algérois (Hydra, Alger) avec la même procédure, avait constaté également des différences indiscutables.

5. GERMINATION

Un des moyens de multiplication à grande échelle de l'olivier de Laperrine serait de produire des semis. Dans le but d'avoir quelques éléments de réponse sur sa germination, nous avons mené une petite étude

à partir des fruits que nous avons récoltés. Quatre essais ont été pratiqués en faisant varier différents paramètres (LOUSSERT & BROUSSE, 1978): scarification ou non, type de substrat (sable et terreau), ajout ou non d' H_2SO_4 (acide sulfurique), température (à 5 ou 22°C) et luminosité (lumière ou obscurité). L'expérience a été conduite durant la période de février - mars - avril de l'année 1999 au laboratoire à Alger. Les essais sont réalisés sur des lots de 50 [fruits (noyau + pulpe) ou noyaux]. Nous avons utilisé un fruit ou un noyau par boîte de pétri dans nos différents traitements. L'irrigation est faite par de l'eau distillée. Les tests effectués pour l'ensemble des essais se résument comme suit :

Essai 1

Un lot de fruits et un autre de noyaux préalablement mis à tremper dans de l'eau distillée pendant trois jours sont semés dans du terreau + sable (1/1). Aucune germination (0%) n'a été observée durant la période d'essai (35 jours) dans les conditions environnementales du laboratoire (T = 22°C, HR = 70 %, Obscurité).

Essai 2

Les fruits sont scarifiés (cassure avec soin du noyau ou endocarpe) pour permettre la sortie de l'embryon contenu dans la graine au cours de la germination), puis sont mis à germer dans deux substrats différents : un premier lot dans du papier filtre et le second dans du terreau + sable (1/1). Ces deux lots sont placés dans les mêmes conditions de laboratoire (T = 22°C, HR = 70 %, Obscurité). Au bout de 35 jours, nous avons observé 38 % de germination pour le premier substrat et 100 % pour le deuxième. Nous avons pris la période de 35 jours comme une référence de comparaison dans les divers traitements, car c'est la durée nécessaire pour obtenir 100% de germination.

Essai 3

Trois lots de fruits sont mis pendant 24 h dans l'acide sulfurique (H_2SO_4) à différentes concentrations, puis ont été semés dans le substrat terreau + sable (1/1). Les pourcentages de germination sont reportés dans le Tableau 10 :

Tableau 10 : Le pourcentage (%) de germination après 35 jours en fonction de la concentration d' H_2SO_4 .

Lot	H_2SO_4	% germination après 35 j.
1	N/10	34 %
2	N	22 %
3	2N	18 %

Essai 4

Deux lots de noyaux bien nettoyés ont séjourné pendant 3 jours, l'un à 5°C et l'autre à la température ambiante de 22°C, puis sont placés dans le substrat terreau + sable (1/1). Les pourcentages de germination sont reportés dans le Tableau 11 :

Tableau 11 : Le pourcentage (%) de germination après 35 jours en fonction de la température.

Lots	Température (°C)	% germination après 35 j.
1	5	52 %
2	22	0 %

A la lumière de ces résultats, il ressort que l'inhibition de la germination est de type tégumentaire, car pour que la graine germe il faut soit casser le noyau, soit ramollir l'endocarpe sclérifié par un acide, ou bien encore lever sa dormance par le froid pour permettre à l'embryon de se développer. Certes, la baisse de la température et le trempage des semis dans de l'acide sulfurique dilué accélèrent la levée de la dormance et améliorent le taux de germination. Toutefois, ces deux techniques demeurent moins performantes que la scarification mécanique (cassure du noyau). Cette dernière est assez difficile à mettre en œuvre car il est nécessaire de provoquer la cassure de l'endocarpe (qui est très fin) sans abîmer l'embryon. BENARAR & BOUGUÉDOURA (2003), dans leurs essais sur la germination des graines de l'olivier de Laperrine, dans la pépinière dans la station de l'INRF de Tamanrasset (Hoggar), ont abouti à la même conclusion.

Dans les conditions naturelles du Sahara où sévit une extrême sécheresse, la germination des fruits de l'olivier de Laperrine est bien évidemment extrêmement difficile. Pour cela, une graine devra trouver suffisamment d'eau tout en ayant levé sa dormance. Nous pouvons supposer qu'un tel événement est peu probable dans les conditions naturelles actuelles.

6. CARACTERISATION MOLECULAIRE DES POPULATIONS D'OLIVIER DE LAPERRINE A L'AIDE DE MICROSATELLITES

Dans la présente partie de ce travail, nous avons étudié des populations d'olivier de Laperrine du Hoggar à l'aide de marqueurs moléculaires dans le but de mieux connaître leur diversité génétique et de comprendre le mode préférentiel de reproduction des populations. Nous avons utilisé pour cela des microsatellites SSR (single sequence repeat) de l'ADN nucléaire. Quelques pieds d'oléastres provenant du Mont Belloua (Algérie) et de Tamanar (Maroc) ont également été analysés avec les mêmes outils à titre de comparaison. Cette étude a fait l'objet en partie d'une publication dans *Annals of Botany* (BAALI-CHERIF & BESNARD, 2005).

6.1. MATERIEL ET METHODES

Les coordonnées des échantillons qui ont été caractérisés à l'aide de marqueurs moléculaires sont indiquées dans le Tableau 12. Quatre petits massifs isolés les uns des autres (e.g. Adjelella, Adrar Heggueghene, Issekrâm et Tanarouatine) ont été échantillonnés. Pour chaque pied analysé, un jeune rameau de 10 à 15 feuilles a été prélevé. Leurs feuilles sont choisies parmi celles qui ne présentent aucun symptôme de défaillance (en particulier pas de présence de champignon). Elles sont mises immédiatement dans des enveloppes avec du gel de silice pour les sécher rapidement et assurer leur bonne conservation.

L'extraction de l'ADN de chaque échantillon a été réalisée à partir des feuilles à l'aide d'une méthode CTAB (BESNARD *et al.*, 2000). La caractérisation moléculaire de ces individus a été réalisée à l'aide de neuf microsatellites nucléaires (Tableau 13); ces derniers sont généralement hautement polymorphes par rapport à d'autres types de marqueurs (e.g. ADN plastidique, AFLP, RAPD) et ils permettent également d'estimer directement l'hétérozygotie (BELAJ *et al.*, 2003). L'amplification par PCR (Polymerase Chain Reaction) de chaque locus a été faite indépendamment. L'électrophorèse des produits PCR a ensuite été réalisée sur un gel de polyacrylamide à 5 % (BAALI-CHERIF & BESNARD, 2005).

Tableau 12 : Coordonnées géographiques des populations d'olivier caractérisées dans cette étude. N_R correspond au nombre de pieds choisi dans chaque site. N_G représente le nombre de géotypes identifiés après caractérisation moléculaire

Sous-espèce	Site	Altitude	Latitude	Longitude	N _R	N _G
<i>laperrinei</i>	Adjelella, Algérie	1530 m	22°38 N	5°37 E	10	9
	Adrar Heggueghene, Algérie ^a	1390-1600 m	22°47 N	5°37 E	65	57
	Issekrâm, Algérie ^b	1525-1605 m	22°55 N	5°33 E	23	20
	Tanarouatine, Algérie ^c	1580-1600 m	23°06 N	6°03 E	13	8
<i>europaea</i>	Gué de Constantine, Algérie	30 m	36°42 N	3°33 E	20	20
	Birkhadem, Algérie	30 m	36°42 N	3°39 E	14	14
	Mt Belloua, Algérie	790 m	36°47 N	4°04 E	7	7
	Tamanar, Essaouira, Maroc	~ 25 m	32°00 N	9°33 W	6	6

^a "Adrar Heggueghene" = Stations Hadriane + In-Ezzebib + Tahâssa + In-Tounin ;

^b "Issekrâm" = Stations Oulet + Ilennanene ; ^c "Tanarouatine" = Stations Tin-Aleo + Tonget.

Tableau 13 : Loci microsatellites sélectionnés pour la caractérisation des deux taxons d'olivier

Loci	Références
DCA1, DCA3, DCA8, DCA9, DCA14, DCA15	Sefc <i>et al.</i> (2000)
GAPU45	Carriero <i>et al.</i> (2002)
PA(ATT)2	Saumitou-Laprade <i>et al.</i> (2000)
EMO03	de la Rosa <i>et al.</i> (2002)

6.2. TRAITEMENT DES DONNEES

A partir de nos données, différentes analyses ont été effectuées. Tout d'abord, nous avons estimé la distance génétique (d) entre chaque paire d'individus. La distance SAD (« Shared Allele Distance »; JIN & CHAKRABORTY, 1993) a été utilisée. Celle-ci se base sur la proportion d'allèles en commun entre chaque paire d'individus ($d = 1 - \text{proportion d'allèles en commun}$). A partir de la matrice de distances, les proximités génétiques entre individus ont été visualisées sur un arbre phénétique (non montré ici) reconstruit à l'aide de l'algorithme du Neighbor-joining (SAITOU & NEI, 1987). Afin de s'assurer de la validité des branches mises en évidence, un tirage aléatoire des loci avec remise (« Bootstrap ») a été effectué. Pour chaque branche, une valeur « Bootstrap » a été calculée. Celle-ci correspond au pourcentage des arbres dans lesquels on retrouve cette branche sur 1000 tirages aléatoires effectués. L'ensemble de ces analyses a été effectué à l'aide du logiciel POPULATION v.1.2.28 (LANGELLA, 1999).

La richesse allélique (R_S) a été déterminée pour chaque sous espèce étudiée selon EL MOUSADIK & PETIT (1996). Il s'agit d'une mesure du nombre d'allèles indépendamment de la taille de l'échantillon, permettant ainsi des comparaisons entre des échantillons de taille différente. L'hétérozygotie observée (H_O) a ensuite été calculée. La diversité génétique totale exprimant les diversités génétiques intrapopulation et interpopulation a été estimée selon la méthode de NEI (1987) : $H_T = 1 - \sum p_i^2$ (p_i = la fréquence de l'allèle i au locus considéré et H_T = l'hétérozygotie théorique sous l'hypothèse de Hardy-Weinberg). Ces analyses ont été effectuées avec le logiciel FSTAT (GOUDET, 1995).

6.3. RESULTATS ET DISCUSSION

Les marqueurs microsatellites utilisés montrent une très bonne transférabilité de la sous-espèce *europaea* à *laperrinei* confirmant ainsi les observations de RALLO *et al.* (2003). Les neuf loci pris dans notre étude sont polymorphes pour les deux sous espèces (Tableau 14). Ainsi le nombre total d'allèles révélés pour les deux taxa est de 85 pour l'oléastre du Maghreb (sur 47 individus) et 89 pour l'olivier de Laperrine du Hoggar (sur 94 génotypes). La richesse allélique (R_S) n'est pas significativement différente entre ces 2 taxa (test de t apparié, $t = 0,45$, $p > 0,40$). La diversité génétique totale est aussi comparable pour les deux sous espèces ($H_T = 0,63$ et $0,61$, respectivement pour subsp. *europaea* et *laperrinei*). Seulement 31 allèles (soit 21,7%) sont communs entre les deux sous-espèces reflétant une nette différenciation entre ces deux taxa déjà observée par ANGIOLLILO *et al.* (1999), BESNARD (1999), HESS *et al.* (2000) et RUBIO de CASAS *et al.* (2006). Par ailleurs, chez toutes les populations étudiées, l'hétérozygotie observée (H_O) est similaire à l'hétérozygotie attendue (H_T), révélant ainsi qu'il n'y a pas d'excès d'homozygotes. Ceci suggère que la petite taille des populations (avec localement moins de 10 individus par site) n'a pas favorisé la consanguinité chez l'olivier de Laperrine. L'analyse des données a aussi montré l'existence de clones dans chaque site étudié pour l'olivier de Laperrine (résultat non montré). Ceci résulte d'un mode de reproduction asexuée chez ce taxon comme également révélé chez le Cyprès du Tassili, une autre espèce d'arbre endémique du Sud Algérien (ABDOUN *et al.*, 2005). Cette caractéristique biologique a très probablement contribué au maintien d'arbres reliques depuis plusieurs millénaires. La régénération des populations par des individus issus de la reproduction sexuée serait quasiment absente. Le mode de reproduction végétatif pourrait donc permettre le maintien de petites populations à long terme tout en évitant la consanguinité due à la reproduction entre individus apparentés (ce qui pourrait mener à leur extinction).

Tableau 14 : Taille des allèles en paire bases (pb), nombre d'allèles (N_a), richesse allélique (R_s), hétérozygotie observée (H_o), et diversité génétique totale (H_T) pour chaque locus étudié des deux taxa (subsp. *europaea* et *laperrinei*). Pour N_a , le chiffre entre parenthèse représente le nombre d'allèles en commun entre subsp. *europaea* et *laperrinei* dans notre échantillonnage.

Locus	subsp. : <i>europaea</i>					subsp. : <i>laperrinei</i>				
	Taille des Allèles	N_a	R_s	H_o	H_T	Taille des allèles	N_a	R_s	H_o	H_T
ADN nucléaire										
DCA1	208-244	10 (5)	10	0,44	0,45	222-280	24 (5)	19,8	0,91	0,92
DCA3	231-255	6 (3)	6	0,52	0,45	229-253	8 (3)	7,3	0,73	0,68
DCA8	127-165	16 (5)	16	0,83	0,89	119-147	11 (5)	10,6	0,88	0,83
DCA9	167-207	16 (9)	16	0,88	0,84	169-193	11 (9)	9,5	0,58	0,63
DCA14	153-192	13 (0)	13	0,91	0,88	144-165	12 (0)	10,7	0,83	0,78
DCA15	247-271	5 (1)	5	0,59	0,61	251-258	2 (1)	2	0,20	0,19
PA(ATT)2	106-124	5 (2)	5	0,66	0,66	106-109	2 (2)	2	0,13	0,12
GAPU45	183-185	2 (1)	2	0,04	0,04	185-193	5 (1)	4,5	0,62	0,59
EMO03	212-226	12 (5)	12	0,92	0,89	195-224	14 (5)	11,9	0,84	0,79
Total	-	85 (31)	85	0,64	0,63	-	89 (31)	78,2	0,64	0,61

IV - CONCLUSION GENERALE

Il ressort de ces travaux entrepris sur l'olivier de Laperrine, un certain nombre de points intéressants représentés par les résultats suivants :

- Tout d'abord, en vue de faire l'inventaire de l'olivier de Laperrine, nos observations sur le terrain ont montré que les effectifs des populations du Hoggar et du Tassili étaient très probablement sous-estimés.

On estime à plusieurs centaines voire quelques milliers d'arbres les populations du Sud Algérien. Cependant cet arbre reste rare, et son absence de régénération naturelle (par voie sexuée) étant nulle où extrêmement limitée, la menace qui pèse sur sa disparition est loin d'être exclue.

- Par ailleurs, la systématique du genre *Olea* a été reconsidérée récemment et notamment par GREEN (2002). Les confusions taxonomiques sur l'olivier de Laperrine, en particulier celles liées à son appartenance au complexe *O. europaea* et à sa nomination scientifique ont été indiscutablement levées. Nos observations suggèrent effectivement que ce taxon doit être considéré comme une sous-espèce différente dans ce complexe. Les études et les observations faites sur le port extérieur de l'arbre ont montré que celui-ci a une architecture en buisson. Les études comparatives faites sur la morphologie des appareils végétatif et reproducteur ont donné des éléments pour considérer que les deux sous espèces *laperrinei* et *europaea* sont effectivement taxonomiquement distinctes. La même étude comparative à l'échelle histo-anatomique montre que les feuilles sont de bons éléments révélateurs de la différence entre les deux taxons. Les mesures de dimensions faites au niveau du grain de pollen montrent aussi des différences notables. D'autre part, l'examen des espèces végétales (arbres et arbustes) vivant au voisinage de l'olivier de Laperrine a fait découvrir l'existence d'une association étroite entre celui-ci et le pistachier de l'Atlas. Ceci est intéressant dans l'étude des relations entre les sous espèces du complexe *O. europaea* car, une association similaire et équivalente entre *O. e. europaea* et le lentisque se trouve également dans l'Algérois (Bassin Méditerranéen).

- La caractérisation moléculaire des populations d'olivier de Laperrine par les microsattellites de l'ADN nucléaire a confirmé que ce taxon est franchement différencié de l'olivier méditerranéen. Nous avons également montré l'existence d'un polymorphisme relativement élevé en dépit des petits effectifs des populations. De plus, elle a révélé un mode

de reproduction asexuée (croissance clonale) pratiqué par ce taxon depuis des milliers d'années. Celui ci serait un grand avantage pour la persistance de l'espèce à long terme, lui évitant notamment la consanguinité (due à la reproduction entre individus apparentés dans de très petites populations) qui mènerait inévitablement à une érosion génétique. Du fait de la croissance clonale, la persistance de ce taxon ne devrait donc pas être trop affectée par l'érosion génétique mais devrait surtout dépendre des facteurs climatiques qui l'affectent.

- Le meilleur moyen de préserver l'olivier de Laperrine serait bien sûr de le multiplier. Deux modes de multiplication sont envisageables, la voie sexuée ou la multiplication végétative. Le bouturage semble une option intéressante car elle offre l'avantage de ne pas perdre les qualités génétiques (adaptation locale) des individus, et en même temps elle est relativement facile à mettre en œuvre contrairement à la voie par semis qui nécessite beaucoup de moyens pour la récolte des graines. Par ailleurs, la collecte de graines pour reconstituer des populations présente l'inconvénient qu'en général très peu d'individus fleurissent chaque année. En conséquence, peu d'individus seraient impliqués dans la reproduction sexuée et la constitution d'une banque de graines à partir de quelques individus pourrait ne pas refléter la grande diversité génétique de ce taxon. Des études supplémentaires sont encore nécessaires pour estimer l'importance de la dérive génétique engendrée par ce genre d'approche. Les données génétiques devraient aussi être utiles pour maximiser la diversité génétique dans ces banques de graines. Les essais portés sur la germination ont révélé essentiellement que les graines germent plus facilement quand elles sont scarifiées par des procédés mécaniques et les plantules résultant se transplantent aisément pour poursuivre leur croissance. Enfin, avant de commencer un programme de conservation, il reste primordial de sensibiliser les populations humaines locales aux problèmes d'environnement afin de pouvoir efficacement renforcer ou mettre en place de nouvelles populations d'olivier de Laperrine.

Remerciements

Nous remercions les structures qui ont contribué au soutien et à la réalisation de ce travail, à savoir l'université de Lausanne (Suisse), l'INRF Tamanrasset, l'INA El-Harrach et le LRZA/USTHB Alger.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDOUN F., JULL A.J.T., GUIBAL F., THINON M., 2005.-** Radial growth of the Sahara's oldest trees: *Cupressus dupreziana* A. Camus. *Trees Struct. Funct.* **19**, 661-670.
- Altamura M.M., Altamura L., Mazzolani G., 1982.-** Elements for revision of the genus *Olea* (Tourn.) L. VI The taxons present in Oceania which can be ascribed to *Olea* and allied genera. *Ann. Bot. (Roma)* **43**, 45-52.
- ANGIOLILLO A., MENCUCCINI M., BALDONI L., 1999.-** Olive genetic diversity assessed using amplified fragment length polymorphisms. *Theor. Appl. Genet.* **98**, 411-421.
- ANTHELME F., ABDOULKADER A., BESNARD G., 2008.-** Distribution, shape and clonal growth of the rare endemic tree *Olea europaea* subsp. *laperrinei* (Oleaceae) in the Saharan mountains of Niger. *Plant Ecol.*, DOI 10. 1007/s11258-007-9386-6.
- BAALI-CHERIF D., MEGHAOUI A., ZEMIT O., SAHKI A., KARAMOSTEFA K.L., BOUGUEDOURA N., 2002.-** Etude de quelques aspects biologiques de l'olivier de Laperrine (*Olea laperrinei*) en vue de la mise en place d'une banque *ex situ*. Sémin. de Djanet 27 au 29 octobre 2002 « Redécouvrir et réinventer une sylviculture en zones arides », p. 82-89.
- BAALI-CHERIF D., BESNARD G., 2005.-** High genetic diversity and clonal growth in relict populations of *Olea europaea* subsp. *laperrinei* (Oleaceae) from Hoggar, Algeria. *Ann. Bot. (London)* **96**, 823-830.
- BARRY J.P., CELLES J.C., MANIERE R., 1976.-** Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara algérien. *Naturalia Monspeliensia. Série Bot. Fasc.* **26**, 211-242.
- BARRY JP, RISER J , 1988.-** Relations entre les bioclimats et la distribution de la végétation au centre et au Nord – Ouest du Sahara. *In: Di Castri F, Floret Ch, Rambal S & Roy J (Eds.)*.
- BATTANDIER J.A., TRABUT C , 1911.-** Plantes du pays des Touaregs. *Bull. Soc. Bot. Fr.* **58**, 623-629.
- BENARAR D., BOUGUEDOURA N., 2003.-** Essai de germination de l'olivier de Laperrine (*Olea laperrinei* Batt. & Trab.). *La Forêt Algérienne* **5**, 15-18.

- BELAJ A., SATOVIC Z., CIPRIANI G., BALDONI L., TESTOLIN R., RALLO L., TRUJILLO I., 2003.-** Comparative study of the discriminating capacity of RAPD, AFLP and SSR markers and of their effectiveness in establishing genetic relationships in olive. *Theor. Appl. Genet.* **107**, 736-744.
- BENHOUBOU S., BOUCHENEB N., KERZABI Q., SASSI O., 2003.-** Plant communities of several wadi types in the Tassili N'Ajjer, Central Sahara, Algeria. *Phytocoenologia* **33** (1), Berlin-Stuttgart, 49-69.
- BENICHOU A., 1962.-** Recherche critique sur l'olivier de Laperrine (histoanatomie). Bulletin n°6 de l'IRS, Université d'Alger.
- BESNARD G., 1999.-** Etude de la diversité génétique de l'olivier cultivé et de ses formes sauvages apparentées à l'aide de marqueurs moléculaires : applications pour l'identification variétale et pour la gestion des ressources génétiques. Thesis, Université Montpellier II, 174 p.
- BESNARD G., KHADARI B., VILLEMUR P., BERVILLE A., 2000.-** Cytoplasmic male sterility in the olive (*Olea europaea* L.). *Theor. Appl. Genet.* **100**, 1018-1024.
- BESNARD G., RUBIO D.E., CASAS R., VARGAS P., 2007.-** Plastid and nuclear DNA polymorphism reveals historical processes of isolation and reticulation in the olive tree complex (*Olea europaea* L.). *J. Biogeogr.* **34**, 736-752.
- BOUCHENEB N., 1999.-** Premières données sur l'étude de la végétation de la région de Tamanrasset (Ahaggar). *Ann. Rech. Forest. Algérie* **2**, 3-22.
- CARRIERO F., FONTANAZZA G., CELLINI F., GIORIO G., 2002.-** Identification of simple sequence repeats (SSRs) in olive (*Olea europaea* L.). *Theor. Appl. Genet.* **104**, 301-307.
- CIFERRI R., 1941.-** Il genere *Olea* e l'origine dell' *Olea europaea*. *L'Olivicoltura*, Anno XVIII. **8**, 1-6.
- CHENOUNE K., 2005.-** La flore et la végétation du Hoggar. *Bois et Forêts des Tropiques* **284**, 79-84.
- COUTANCE A., 1877.6** L'olivier (histoire, botanique, culture, produits, usages, commerce, industries, etc.). J. Rothschild Ed., Paris, 456 p.
- De CANDOLLE A., 1844.-** Prodomus systematis naturalis regni vegetabilis. Sumptibus Fortin, Masson et Sociorum, Paris, pp 283-289.

- De LA ROSA R, JAMES CM, TOBUTT KR ., 2002.-** Isolation and characterization of polymorphic microsatellites in olive (*Olea europaea* L.) and their transferability to other genera in the Oleaceae. *Mol. Ecol. Notes* **2**, 265-267.
- DUBIEF J., 1963).** Le climat du Sahara. *Mém. Inst. Rech. Sahara*, Univ. d'Alger., Vol. 2, 275 p.
- DUBOST D., 1992.-** Aridité, agriculture et développement: le cas des oasis algériennes. *Sécheresse* **3**, 85-96.
- EL MOUSADIK A., PETIT R.J., 1996.-** High level of genetic differentiation for allelic richness among populations of the argan tree [*Argania spinosa* (L.) Skeels] endemic to Morocco. *Theor. Appl. Genet.* **92**, 832-839.
- FURON R, C.A., 1967.-** Géologie de l'Afrique. 3^{ème} édition. Ed. Payot. Paris. pp. 73-105.
- GOUDET J., 1995.-** Fstat (version 1.2): a computer programme to calculate F-statistics. *J. Hered.* **86**: 485–486.
- GRIBI A., SAÏ N., YOUNSI N., 1992.-** Notice explicative de la carte hydrogéologique du Hoggar et des Tassilis à 1 / 1000000. Projet PNUD / ALG / 021 ANRH. Minist. Equipement. Alger. 53 p.+ 1 carte couleur h.t.
- GREEN P.S., 2002.-** A revision of *Olea* L. (*Oleaceae*). *Kew Bull.* **57**, 91-140.
- HAUVILLE A., 1953.-** La répartition de l'olivier en Algérie et ses conséquences pratiques. *Bull. Soc. Agric. Algérie*, **580**, 8 p.
- HESS J., KADEREIT J.W., VARGAS P., 2000.-** The colonization history of *Olea europaea* L. in Macaronesia based on internal transcribed spacer 1 (ITS-1) sequences, randomly amplified polymorphic DNAs (RAPD), and inter simple sequence repeats (ISSR). *Mol. Ecol.* **9**, 857-868.
- IDRISSI A., OUZZANI N., 2003.-** Apport des descripteurs morphologiques à l'inventaire et à l'identification des variétés d'olivier (*Olea europaea* L.). *Plant Genetic Ressources Newsletter* **136**, 1-10.
- JIN L., CHAKRABORTY R., 1993.-** Estimation of genetic distance and coefficient of gene diversity from single-probe multilocus DNA fingerprinting data. *Mol. Biol. Evol.* **11**, 120-127.
- JOHNSON LAS, 1957.-** A review of family *Oleaceae*. *Contr. N.S.W. Natl. Herb.* **2**, 397-418.
- LANGELLA O., 1999.-** Populations 1.2.28 software. <http://www.pge.cnrs-gif.fr/bioinfo/populations>.

- LE HOUÉROU H.N., 1992.-** Outline of the biological history of the Sahara. *J. Arid Environ.*, **22**, 3-30.
- LEREDDE C., 1957.-** Etude écologique et phytogéographique du Tassili n'Ajjer, Alger, I.R.S. *Mem. Miss. Sc. Tassili n'Ajjer*, 454 p.
- LINNE C., 1753.** *Species Plantarum*. Stockholm. 1200 p.
- LOUSSERT P., BROUSSE H., 1978.-** Techniques agricoles et production méditerranéennes (Olivier) Ed. Maison Larousse, 500 p.
- MAIRE R., 1933.-** Etude sur la flore et la végétation du Sahara central I et II. *Mém. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, n°3, mission du Hoggar II. 272 p. (cartes et planches), Alger.
- MEDAIL F., QUEZEL P., BESNARD G., KHADARI B., 2001.-** Systematics, ecology and phylogeographic significance of *Olea europaea* L. subsp. *maroccana* (Greuter & Burdet) P. Vargas *et al.*, a relictual olive tree in south-west Morocco. *Bot. J. Linn. Soc.* **137**, 249-266.
- ORTÉGA N., 1963.-** La podo del olivo. Ministeria de l'Agricultura, Madrid.
- OZENDA P., 1991.-** Flore du Sahara. 2° Ed. CNRS, Paris, 622 p. + 1 carte h.t.
- QUEZEL P., 1954.-** Contribution à l'étude de la flore et de la végétation du Hoggar. Monographies régionales 2. *Trav. Inst. Rech. Sahara*, Alger, 164 p.
- QUEZEL P., 1965.-** La végétation du Sahara. Du Tchad à la Mauritanie. Eds. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 333 p.
- QUÉZEL P., 1978.-** Analysis of the flora of Mediterranean and Sahara Africa. *Ann. MO Bot. Gard.* **65**, 479-534.
- RALLO P., TENZER I., GESSLER C., BALDONI L., DORADO G., MARTÍN A., 2003.-** Transferability of olive microsatellite loci across the genus *Olea*. *Theor. Appl. Genet.* **107**, 940-946.
- RUBIO DE CASAS R., BESNARD G., SCHOENSWETTER P., BALAGUER L., VARGAS P., 2006.-** Extensive gene flow blurs phylogeographic but not phylogenetic signal in *Olea europaea* L. *Theor. Appl. Genet.* **113**, 575-583.
- RUBY J., 1917.-** Monographie des variétés d'olivier françaises. Extrait de thèse, Faculté des sciences de Paris.
- SAITOU & NEI M., 1987.-** Molecular evolutionary genetics. Columbia University Press, New York.

- SAUMITOU-LAPRADE P., VASSILIADIS C., EPPLER J.T., HARDT C., 2000.-** Isolation of microsatellite loci for paternity testing in *Phillyrea angustifolia* L. (Oleaceae). *Mol. Ecol.* **9**, 112-114.
- SEFC K.M., LOPES M.S., MENDONÇA D., RODRIGUES DOS SANTOS M., LAIMER DA CÂMARA MACHADO M, DA CÂMARA MACHADO A., 2000.-** Identification of microsatellite loci in olive (*Olea europaea*) and their characterization in Italian and Iberian olive trees. *Mol. Ecol.* **9**: 1171-1173.
- VARGAS P., MUNOZ GARMENDIA F., HESS J., KADEREIT J.W., 2001.-** *Olea europaea* ssp *guanchica* and ssp *maroccana* (Oleaceae), two new names for olive tree relatives. *Ann. Jard. Bot. Madrid* **58**, 360-361.
- VERLET B., 1974.-** Le Sahara. Coll. Que sais-je ? n°766. Ed. PUF. Paris. 126 p.

**ETUDE CARYOLOGIQUE DE TROIS POPULATIONS
d'*Atriplex halimus* L. (CHENOPODIACEES)
DE L'OUEST ORANAIS
BEMMANSOUR N. ⁽¹⁾, TSAKI H. ⁽²⁾
Et KHLOUFI B. ⁽³⁾**

⁽¹⁾ Laboratoire d'éco-génétique. Université d'Es-Senia,
Faculté des sciences, BP-1524, El M'naouar, Oran Algérie,

⁽²⁾ Laboratoire d'écopédologie. Université d'Es-Senia,
Faculté des sciences, BP-1524, El M'naouar, Oran Algérie,

⁽³⁾ Laboratoire d'écologie, Centre Universitaire de Mascara, Algérie.

RESUMES

Le caryotype de trois populations d'*Atriplex halimus* (Chénopodiacées) de l'Ouest oranais a été représenté. Les populations poussant dans le semi aride, région littorale révèlent des cytotypes de forme tétraploïde avec un nombre chromosomique ($2n=4x=36$). Ces populations tétraploïdes correspondent à la sous-espèce *schweinfurthi*. Cette dernière a été déterminée à partir de la taille et la largeur de ces touffes, ainsi que son habitat. Les 3 populations d'*Atriplex halimus* L. étudiées se situent dans l'Ouest oranais : Es-Senia (Oran), Mohammadia (Mascara), Benisaf (Ain Témouchent). Sachant que ces dernières proviennent de sites différents, le dénombrement chromosomique montre qu'elles sont toutes tétraploïdes ($2n=4x=36$). L'identification des chromosomes a été effectuée par la technique de coloration au Feulgen. Les résultats sont discutés en fonction de l'adaptation de ces populations aux conditions de leur milieu.

Mot clés : *Atriplex halimus* L., polyploidie, semi-aride, Ouest oranais, Algérie.

مـلـخـص

تمت دراسة النمط الصبغى لثلاث مجتمعات من نوع *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae) من الغرب الوهراني. ولقد اظهرت المجتمعات الثامية على الساحل، ضمن المناخ الشبه الجاف، أنماطا خلوية من النوع الرباعي الصبغيات (tétraploïde, $2n=4x=36$). وتوافق هذه المجتمعات الرباعية الصبغيات تحت النوع *schweinfurthii*. وقد تم تحديد هذا الأخير استنادا على حجم وعرض الثبات وكذا الوسط الذي يعيش فيه. وتتواجد المجتمعات الثلاث ل *Atriplex halimus* في الغرب الوهراني : السانبا (وهران)، المحمدية (معسكر) و بني ساف (عين تموشنت). علما أن هذه المجتمعات قادمة من مواقع مختلفة، فلقد أظهرت تعداد الصبغيات انها كلها رباعية الصبغيات ($2n=4x=36$). ولقد تم التعرف على الصبغيات باستعمال تقنية تلوين فولغن. وتمت مناقشة النتائج وفقا لتكيف هذه المجتمعات مع ظروف الوسط الذي تعيش فيه.

الكلمات المفتاحية : *Atriplex halimus*، Chenopodiaceae عدد طبغي، la polyploïde، المنطقة الساحلية، الشبه جافة، غرب وهران، الجزائر

ABSTRACT

Karyotypes of three populations of *Atriplex halimus* (Chenopodiaceae) from Algerian localities are presented. The populations which grows in semi arid coastal region has $2n = 4x = 36$, is *schwainfurthii* specie tetraploid. This was based on differences in morphology, with respect to habit, size. Chromosome numbers for 3 populations of *A. halimus* L. from Algerian Es-Senia (Oran), Mohammadia (Mascara), Benisaf (Ain Témouchent) were determined. Although the Algerian populations originated from widely-separated sites of contrasting climatic conditions, the chromosome counts showed that all of them were tetraploid ($2n = 4x = 36$). Staining was done with the Feulgen reaction for the identification of the chromosome numbers in the nucleus. The results are discussed in relation to adaptation of *A. halimus* L. populations to differing climatic conditions.

Key words : *Atriplex halimus* L., Chenopodiaceae, chromosome numbers, polyploidy, coastal region, semi arid, Ouest Oranais.

INTRODUCTION

Les *Atriplex* sont les espèces les plus intéressantes et les plus importantes pour les régions sèches et salées. Certaines espèces sont spontanées en Algérie, d'autres ont été introduites. *Atriplex nummularia*, améliorée en Australie, a été introduite durant la période coloniale. Vers les années 1970-80, d'autres espèces ont été introduites: *Atriplex canariensis*, *A. leucoclada*, *A. polycarpa*. D'importantes plantations à base d'*Atriplex canariensis*, *A. nummularia*, *A. leucoclada*, *A. halimus* et *A. polycarpa* ont été réalisées, dans le cadre d'une politique participative (INRAA, 2006).

Les principales régions à *Atriplex* se situent dans les étages humides, sub-humides, semi-arides, arides et sahariens (BENREBIHA, 1987). Les environnements extrêmes, comme les zones arides ou semi-arides où les précipitations sont souvent irrégulières, sont les loges écologiques préférentielles de la plupart des espèces du genre *Atriplex* (BENREBIHA, 1992). Les *Atriplex* associés à d'autres espèces arbustives conviennent à l'installation d'importantes réserves fourragères et ils constituent en plus un moyen de lutte contre l'érosion tant hydrique qu'éolienne (OZENDA, 1983).

Toutes ces espèces présentent des adaptations particulières à ce type d'habitat. *Atriplex halimus* L. est une halophyte présentant une photosynthèse en C4 (MARTINEZ *et al.*, 2003). Les plantes en C4 possèdent des caractéristiques anatomiques leur permettant d'augmenter le taux de CO₂ dans les cellules photosynthétiques tout en diminuant la transpiration (TALAMALI, 2001).

Les données caryologiques concernant *Atriplex halimus* ne sont pas nombreuses, mises à part celles rapportées par CASTRO et FONTES (1946), QUEZEL (1955) sur des populations du Sahara central, et BENKOISEPPON *et al.* (1966) sur des populations au nord-est du Brésil, QUEIROS (1975), BENREBIHA (1987) et enfin EL FERCHICHI O. *et al.* (2006) sur des populations naturelles poussant dans différentes régions de Tunisie. Par ailleurs, des travaux réalisés au Maroc (Tanger, Marrakech, Settat, Rabat, Safi), par HADDIOUI et BAAZIZ (2001) sur l'analyse du polymorphisme enzymatique (basé sur l'électrophorèse en gel de polyacrylamide) de 9 populations naturelles d'*Atriplex halimus* ont révélé une diversité intra et inter-populations liée aux conditions éco-géographiques des sites de collecte.

Dans le cadre d'un programme de recherche sur la biologie et la valorisation des plantes halophytes vivaces des zones arides algériennes, il nous a semblé utile d'entreprendre l'étude cytogénétique de trois populations d'*Atriplex halimus* de l'ouest Oranais, provenant de sites de conditions édapho- climatiques différentes.

MATERIEL ET METHODES

Trois populations ont été étudiées. Elles se situent dans l'Ouest Oranais : Es-Senia (Oran), Mohammadia (Mascara), Benisaf (Ain Témouchent) (fig.1). Le comptage chromosomique est effectué sur des apex racinaires d'akènes germés, provenant de 30 touffes (30 individus) de chaque population et mesurant 0,5cm environ. Sachant qu'une touffe correspond génétiquement à un individu.

Les métaphases ont été obtenues par l'écrasement de jeunes racines prétraitées à la Colchicine, fixées, puis colorées par la technique de Feulgen (SHARMA and SHARMA, 1965). Cette dernière a permis d'obtenir les meilleures métaphases. Les plaques métaphasiques ont été rigoureusement sélectionnées. Elles présentaient le même degré de spiralisation (BENTZER *et al.*, 1971). Les observations et photographies ont été réalisées sur un photomicroscope type Zeiss (x100).

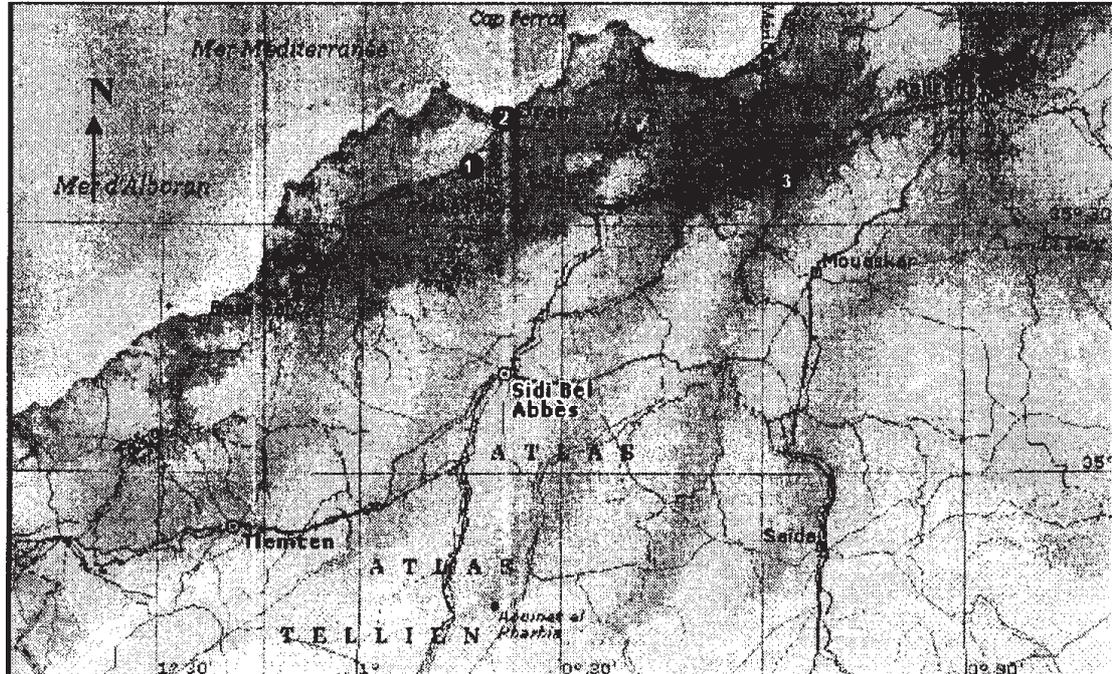


Figure 1 : Situation Géographique des Stations d'étude (Encarta, 2006).

1. Es-Senia; 2. Mohammadia; 3. Benisaf.

RESULTATS

Les différentes populations choisies se situent dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver chaud, les précipitations sont saisonnières, elles varient entre 200 et 400 mm/an. Le sol présente une forte salinité (entre 7 et 9mmS/cm) à pH alcalin (Tableau I).

L'observation des mitoses somatiques a montré que les nombres chromosomiques sont identiques chez les trois populations étudiées et correspondent à des formes tétraploïdes. Il a ainsi été trouvé, pour ces populations $2n = 4x = 36$ (Fig.2). Ce nombre est conforme aux numérations données par la littérature (QUEZEL, 1955 ; BENKOISEPPON *et al.*, 1966 ; BENREBIHA, 1987 ; EL FERCHICHI O. *et al.*, 2006).

Tableau 1 : Description des différents emplacements des populations de *Atriplex halimus*

Variables Populations	M (°C)	(°C)	P (mm)	Q2	Salinité (mmS/cm)	pH ≥ 7
Es-Senia (oran)	27,7	8,6	360,590	64,84	7 (salée)	Alcalin
Mohammadia (Mascara)	29,1	6,4	298,723	45,26	8 (Très Salé)	Alcalin
Benisaf (Ain Témouchent)	26,7	11,4	360,503	80,68	9,5 (fortement salé)	Alcalin

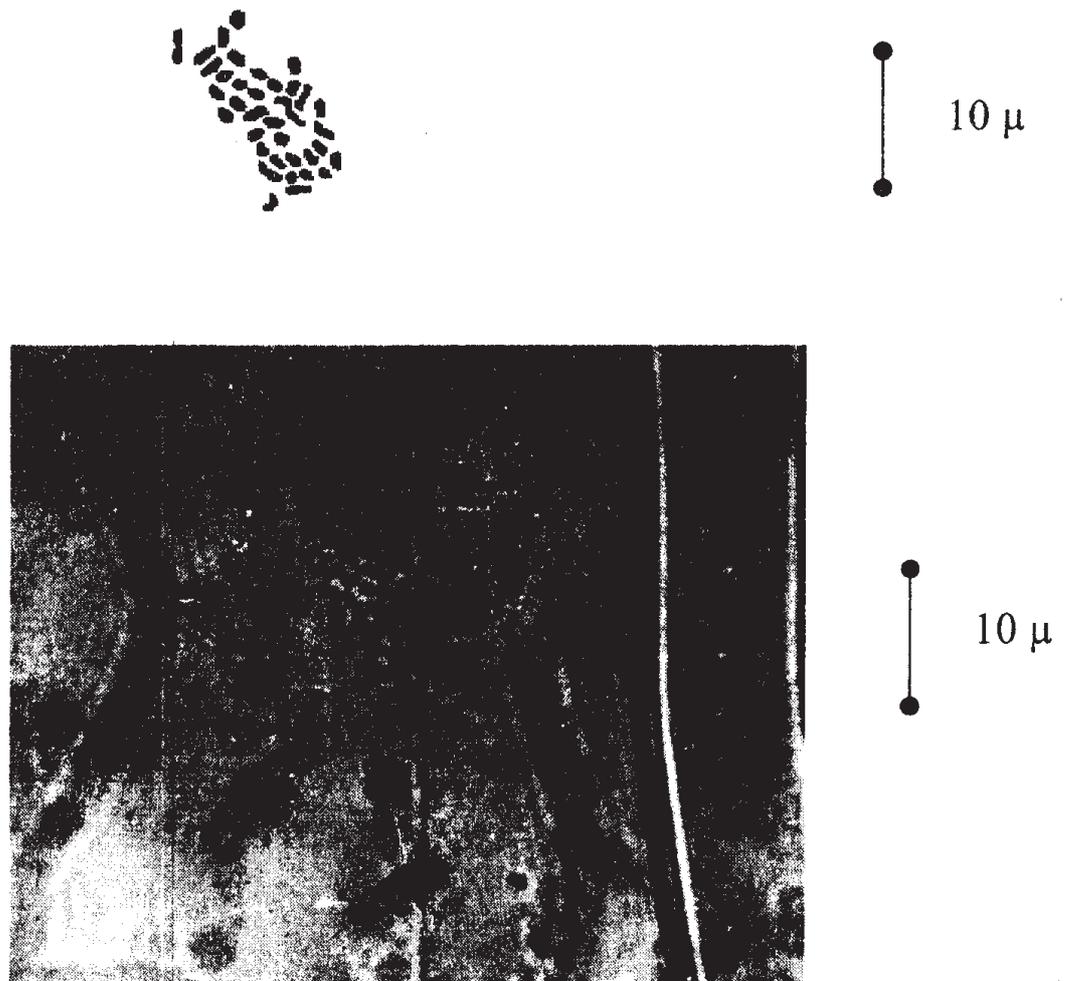


Figure 2 : Nombre chromosomique observé $2n=36$ des 3 populations de l'ouest Oranais de l'espèce *Atriplex halimus* L. du Nord de l'Algérie.

DISCUSSION

L'étude caryologique effectuée sur les trois populations d'*Atriplex halimus* de différents sites, a révélé la présence de tétraploïdes à savoir $2n=4x$.

Des travaux similaires (EL FERCHICHI O. *et al.*, 2006) sur des populations naturelles d'*Atriplex halimus* poussant dans différentes régions de Tunisie (Gabès, Kairouan, Monastir, Sidi Bouzid, Tataouine), ont mis en évidence des variations morphologiques qui seraient attribuées à une différence de ploïdie qui évolue de $2n = 2x$ à $2n = 4x$ du nord vers le sud de la Tunisie.

La polyploïdie est l'un des mécanismes les plus importants dans l'évolution des plantes. Environ 30 à 35% d'espèces phanérogames sont polyploïdes. Les niveaux de ploïdie fréquemment identifiés sont tétraploïdes et hexaploïdes. Dans le genre *Atriplex*, l'état diploïde a été trouvé dans 26 espèces enregistrées en Californie (NOBS, 1975) et 27 espèces endémiques en Australie (NOBS, 1979). Plus récemment, des méioses $n = 9$ ($2n = 18$) ont été déterminées à partir des plantes sauvages du *billardierei* d'*Atriplex* (sous-genre *Theleophyton*) recueilli en Nouvelle Zélande et sur l'île de Chatham (De LANGE *et al.*, 1997). L'existence de polyploïdie a été trouvée dans *Atriplex canescens* (STUTZ *et al.*, 1975 ; Mc ARTHUR, 1977 ; SANDESON et STUTZ, 1994), dans *Atriplex tridentata* (Stutz *et al.*, 1979), et aussi dans *Atriplex confertifolia* (STUTZ et SANDERSON, 1983 ; SANDERSON *et al.*, 1990). Une population diploïde de l'espèce *Atriplex halimus* a été rapportée précédemment en Israël (OSMOND *et al.*, 1980).

Dans les trois populations étudiées, il n'y a pas de diploïdes. Ces travaux laisseraient supposer que la race tétraploïde a supplanté la diploïde suite à la dégradation de la couverture végétale et aux fluctuations climatiques. Ce qui a probablement contribué à la différenciation de la race tétraploïde. Enfin, les tétraploïdes d'une manière générale, n'ont pas les mêmes exigences écologiques que les diploïdes et leurs facultés adaptatives sont beaucoup plus grandes.

Bien que nos populations algériennes vivent dans des conditions édapho-climatiques assez différentes, toutes s'adaptent à un environnement aride et toutes sont tétraploïdes. Selon SANDERSON *et al.*, (1989) et STUTZ (1989), ces résultats pourraient être considérés comme un exemple d'une meilleure adaptation des populations polyploïdes à des environnements les plus extrêmes. En ce qui concerne leur morphologie, les populations tétraploïdes étudiées correspondent à la sous-espèce *schweinfurthi*. Généralement, ce sont de petites touffes ne dépassant pas 2m de haut, assez larges.

Concernant sa distribution, *Atriplex halimus* se développe généralement dans des zones caractérisées par des précipitations importantes (400 mm/an),

en l'occurrence des zones méditerranéennes occidentales telles que la France et l'Espagne, et sur les côtes atlantiques, tandis que la sous espèce *schweinfurthii* est adaptée aux zones arides (100-400mm/an) des pays méditerranéens africains et orientaux du nord (Le HOUEROU, 1992).

Une grande partie du bassin méditerranéen est devenu plus aride dans la période 500- 1000 ans avant Jésus Christ (Le HOUEROU, 1981) ; et la sous espèce *schweinfurthii* a pu plus tard peupler de telles zones.

D'autres facteurs peuvent influencer la distribution des diploïdes et des tétraploïdes chez *Atriplex halimus*. La sous-espèce *schweinfurthii* est souvent rencontrée sur les sols gypsifères ou salins, localisés dans les régions où les précipitations sont saisonnières (Le HOUEROU, 1992). La sous-espèce *schweinfurthii*, population des zones les plus arides pourrait être considérée comme exemple d'une meilleure adaptation de polyplôïdes à des environnements extrêmes (SANDERSON et al., 1989; STUTZ, 1989).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ainsi, la variabilité morphologique et la plasticité écologique sont plus accentuées chez les tétraploïdes. Celles-ci sont exposées au surpâturage et au défrichage excessif aboutissant à la détérioration de vastes territoires caractérisés par une forte érosion et par la pauvreté générale des populations qui l'occupent.

La polyploïdie, en augmentant fortement le matériel génétique, confère aux espèces des potentialités évolutives et adaptatives accrues, leur permettant d'occuper de nouveaux territoires et d'élargir leur aire de distribution.

La tolérance du génome de cette espèce aux conditions biotiques et abiotiques les plus difficiles, incite à entreprendre un échantillonnage plus large et une caryotaxonomie plus approfondie, afin de bien déterminer les caractères taxonomiques et évolutifs de ces groupements végétaux. Des travaux plus approfondis en cytogénétique et en biologie moléculaire moderne, notamment pour l'obtention de carte physique des gènes sur les chromosomes, contribueraient ainsi à la création de formes végétales nouvelles très importantes du point de vue économique (agronomie, esthétique, pharmacie, accroissement de productivité, résistance à la salinité etc...). De plus, il serait intéressant de réaliser des croisements expérimentaux dans le but d'améliorer le genre *Atriplex* et de réhabiliter donc les sols salins à partir de ces espèces halophytes. Ce serait la solution la plus idoine à moyen et long terme.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BENKOISEPPON M., MAFFIOLETTI., CESPEDES H.G., 1966.-** Poliploidia intera especifica em *Atriplex halimus*. *Cahiers Santé.Agric*; **5** : 345-351.
- BENREBIHA F.Z., 1987.-** Contribution à l'étude de la germination de quelques espèces d'*Atriplex* locales et introduites. *Thèse de magister, Institut national agronomique El Harrach, Algérie*, 119 p.
- BENREBIHA F.Z., POURRAT Y. et DUTUIT P., 1992.-** Induction de la callogenèse chez l'*Atriplex halimus* sur des milieux de culture dépourvus d'hormones de croissance. Rôle des éléments minéraux. *Bull. Soc. Bot. Fr, 139, Lettres Bot*; **3**: 219-222.
- BENTZER B., BOTHMER R., ENGSTRAND L., GUSTAFSSON M. et SNOGERUP S. , 1971.-** Some sources of error in the determination of arm ratios of chromosomes. *Bot. Na*; **124**: 65-74.
- CASTRO D., FONTES F.C., 1946.-** Priméro contacto Citogico coma floma halofila dos salgados de sacavem. *Broteria*; **15**: 38-46.
- De LANGE P.J, MURRAY B.J, CROWCROFT G.M., 1997.-** Chromosome number of New Zealand specimens of *Atriplex billardierei*, Chenopodiaceae. *New Zealand J. Bot*; **35**: 129-131.
- EL FERCHICHI O. H., 2006.-** Effect of mineral concentration of culture media without growth substances on the callogenesis of *Atriplex halimus* L. *Afr. J. Biotech*; **4** (9): 960-962.
- HADDIOUI A., BAAZIZ M., 2001.-** Genetic diversity of natural populations of *Atriplex halimus* L. In Morocco: An isoenzyme-based overview. *Euphytica*; **121**: 99-106.
- INRAA., 2006.-** Algérie. Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques : organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- Le HOUEROU H.N., 1981.-** Impact of man and his animals on Mediterranean vegetation. In: F. Di Castri., D.W.Goodall and R.L. Specht (Eds). "Ecosystems of the world". Mediterranean-type shrublands, Elsevier, Amsterdam, N°11: 479-521
- Le HOUEROU H.N., 1992.-** the role of saltbushes (*Atriplex spp*) in arid lands rehabilitation in the mediterranean basin. A review *Agroferstry Systems*; **18**: 107-148.

- MARTÍNEZ J.P., LEDENT J.F., BAJJI M., KINET J.M. and LUTTS S., 2003.-** Effect of water stress on growth, Na⁺ and K⁺ accumulation and water use efficiency in relation to osmotic adjustment in two populations of *Atriplex halimus* L. *Plant Growth Regulation*, **41**: 63-73.
- Mc ARTHUR E.D., 1977.-** Environmentally induced changes of sex expression in *Atriplex canescens*. *Heredity* ; **38**: 97-103.
- NOBS M.A., 1975.-** Chromosome numbers in *Atriplex*. *Carnegie Institute of Washington year book* ; **74**: 762.
- NOBS M.A., 1979.-** Chromosome numbers in Australian species of *Atriplex*. *Carnegie Institute of Washington Year Book* ; **78**: 164-169.
- OSMOND C.B., BJÖRKMAN D. and ANDERSON D.J., 1980.-** Physiological processes in plant ecology. Towards a synthesis with *Atriplex*. *Ecol. Studies* 36, Springer-Verlag, Berlin.
- OZENDA P., 1983.-** Flore du Sahara. *Ed., Doin, Paris*, 558.
- QUEIROS M., 1975.-** Contribuacao para o conhecimento citotaxonomico des spermatophytes de Portugal. *Bull.Soc.Bot* ; **49** :121-142.
- QUEZEL P., 1955.-** Remarque sur le caryotype de quelques espèces méditerranéennes au Hoggar. *Compte rendu. Acad. Sci.Ed., Paris*, 1262-1264.
- SANDERSON S.C., Mc ARTHUR E.D., STUTZ H.C., 1989.-** A relationship between polyploidy and habitat in western shrub species. *USDA Forest Service General Technical Report*, **256**: 23-30.
- SANDERSON S.C., STUTZ H.C., Mc ARTHUR E.D., 1990.-** Geographic differentiation in *Atriplex confertifolia*. *Am. J. Bot* ; **77**: 490-498.
- SANDERSON S.C., STUTZ H.C., 1994.-** High chromosome numbers in Mojavean and Sonoran desert *Atriplex canescens* (Chenopodiaceae). *Am. J. Bot*; **81**: 1045-1053.
- SHARMA A.K., SHARMA A., 1965.-** Chromosomes technics. *Butterworths Ed., London*, 474.
- STUTZ H.C., MELBY J.M., LIVINGSTON G.K., 1975.-** Evolutionary studies of *Atriplex*: a relic gigas diploid population of *Atriplex canescens*. *Am. J. Bot*; **62**: 236-245.

- STUTZ H.C., POPE C.L., SANDERSON SC., 1979.-** Evolutionary studies of *Atriplex*: adaptive products from the natural hybrid, 6n *A. tiendatata* x 4n *A. canescens*. *Am. J. Bot.* **66**: 1181-1193.
- STUTZ H.C., SANDERSON S.C., 1983.-** Evolutionary studies of *Atriplex*: chromosome races of *A. confertifolia* (Shadscale). *Am. J. Bot.* **77**: 490-498.
- STUTZ H.C., 1989.-** Evolution of shrubs. In: McKell C.M. (Eds), the "Biology and Utilization of Shrubs." *Academic Press, San Diego*, 323-340.
- TALAMALI A., DUTUIT P., LE THOMAS A., GORENFLOT R., 2001.-** Polygamie chez *Atriplex halimus* L. (Chenopodiaceae). *C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Vie*, **324**:107-113.

ETUDE DE LA RELATION ENTRE LE DEBIT D'ALIMENTATION DE LA MOISSONNEUSE BATTEUSE ET LES PERTES EN GRAINS.

KACI F. Dépt du GENIE RURAL, I. N. A.- El Harrach, Alger
E. mail : f.kaci@ina.dz

R E S U M E

Nous avons procédé à des essais sur champ afin d'estimer le pourcentage des pertes à la récolte dans des conditions réelles de travail de nos agriculteurs.

Les résultats des essais ont montré que pour des volumes importants de paille et des débits de battage instantanés moyens, les pertes ne dépassent pas un seuil admissible. Les pertes deviennent importantes lorsque les débits augmentent.

Le mode d'utilisation de nos moissonneuses batteuses classiques n'arrive pas à minimiser le niveau des pertes en grains dans les exploitations. Les pertes qui ne doivent pas dépasser le seuil de 2% du rendement pour une machine d'un état moyen dépendent essentiellement d'un débit optimum d'alimentation de la machine ainsi que de son adaptation aux conditions spécifiques de la récolte. Lors de nos essais les pertes n'ont pas dépassé les 70 kg/ha (2% du rendement) pour des débits instantanés inférieurs à 44 q/h ce qui correspond à une vitesse d'avancement de la machine de 3 km/h.

Mots clés : Pertes, moissonneuses batteuse, céréales, zones arides.

STUDY OF THE RELATION BETWEEN THE RATE OF FEED THRESHING-MACHINE AND THE LOSSES IN GRAINS

S U M M A R Y

We carried out tests on field in order to estimate the percentage of the losses with harvest under real working conditions of our farmers.

The results of the tests showed that for significant volumes of straw and average instantaneous flows of beating, the losses do not exceed an acceptable threshold. The losses become significant when the flows increase.

The mode of use of our reaping-machines traditional threshing-machines does not manage to minimize the level of the losses in grains in the exploitations. The losses which should not exceed the threshold of 2% of the output for a machine of an average state depend primarily on an optimum flow of power supply of the machine as well as its adaptation to the conditions specific to harvest.

Key words : Losses, reaping-machines threshing-machine, cereals, arid regions.

دراسة العلاقة بين كمية المحصول المحصود و ضياع حبات القمح في الحصادة الدراسة

ملخص

قمنا بتجارب ميدانية قصد تحديد نسبة حبات القمح التي تضيع أثناء عملية الحصاد و الدرس الآلي بواسطة الحصادة-الدراسة في المناطق الجافة التي تتميز بعوامل مناخية غير عادية، تتمثل برطوبة و حرارة غير عادية.

تبين النتائج المحصل عليها أنه في حالة استعمال أحجام من التبن و سيولة مرتفعة في عملية الدرس، فإن نسبة الضياع لا تتجاوز المستوى المطلوب. أما في حالة ارتفاع وتيرة الدرس، فإن هذه النسبة ترتفع نسبيا.

إن طريقة استعمال الحصادات التقليدية لا تسمح بتخفيض نسبة عدد الحبات الضائعة في معظم المزارع.

كما تعتبر نسبة الضياع التي لا تتجاوز 2% من المردود بانسبة للألات العادية المتوسطة، فإن هذه النسبة مرتبطة أساسا بكثافة الدرس، و كذا بقدرتها على التأقلم مع الشروط الملائمة لعملية الدرس.

كلمات المفتاح : الضياع، الحصادة-الدراسة، القمح، المناطق الجافة

INTRODUCTION

Les performances des moissonneuses batteuses dépendent de la conception des organes de battage, de la surface de nettoyage et de secouage, de la largeur de coupe ainsi que des conditions de la récolte. Nos moissonneuses batteuses classiques sont relativement limitées du point de vue dimensionnement des organes et donc répondent difficilement à une récolte de céréales où souvent le volume de paille est important; la paille étant très demandée par nos agriculteurs. Dans ces conditions de récolte on constate des niveaux de pertes qui dépassent souvent les 5% alors que le seuil admissible est de 2% du rendement. Les pertes et les casses [1] et [2] dépendent essentiellement du débit d'alimentation de la machine et de la densité de récolte. L'objectif de ce travail est de déterminer les vitesses d'avancement de la machine et les débits qui donnent le moins de pertes possible pour une moissonneuse batteuse.

MATERIEL ET METHODES

Cette étude a été réalisée à Stah Baamar (Wilaya d'Adrar) ; après la mise en charge de la machine, on a procédé à une série d'échantillonnage aléatoire avec trois répétitions sur un parcours de 100m de la moissonneuse batteuse. Les prélèvements pour chaque essai concernent :

- le rendement R_e (g/m^2) : trois échantillons de $1 m^2$ de blé sur pied ont été prélevés pour être battus et pesés.

$$R_e = \frac{G_i + P_i}{A} \text{ (g/m}^2\text{)}$$

$$R_e = \frac{10.G_i + P_i}{A} \text{ (kg/ha)}$$

G_i : masse de grains d'un échantillon égrené en gramme.

P_i : masse de grains récupérés au sol en gramme (pertes naturelles).

A : surface de prélèvement ($A=1m^2$).

- Les pertes au tablier de coupe (g/m^2) : ce sont des pertes occasionnées par l'action du rabatteur sur les épis. elles sont déterminées juste après le passage de la moissonneuse batteuse qui déroule à l'arrière une bande de plastique qui récupère le produit récolté. Les pertes (P) trouvées sous la bande de plastique sont diminuées des pertes naturelles ($P_{nat.}$) pour trouver les pertes au tablier de coupe.

$$P_{tc.} = P - P_{nat.}$$

- les pertes à l'arrière de la machine (g/m^2) : ce sont les pertes dues aux organes de battage et aux organes de séparation et de nettoyage des grains. Pour déterminer ces pertes on se sert de la bande de plastique placée à l'arrière de la machine qui récupère la paille, les ôtons les grains sains et les grains cassés.
- La vitesse périphérique du batteur V (m/s) : elle est déduite à partir du régime du batteur (n) :

$$V = \frac{\pi D n}{60}$$

D : diamètre du batteur (m).

On a fait varier la vitesse de travail de la moissonneuse batteuse tout au long des essais afin d'agir sur le débit d'alimentation (2.5 ; 3 ; 305 ; 4 ; 4.5 ; 5 ; 6 km/h).

RESULTATS ET DISCUSSION

Une utilisation optimale des moissonneuses batteuses permet la réduction des pertes [3] en grains ; l'objectif est de trouver un débit (D) en relation avec les conditions de récolte et tenant compte des dimensions des organes de séparation et de secouage de la machine qui induirait moins de pertes.

La séparation des grains de la paille a lieu au niveau des organes de battage dans une proportion de 80 à 85%, le reste passe vers les organes de secouage où on récupère une partie des grains alors qu'une autre partie est éjectée avec la paille et donc perdue [4].

Sur la figure 1, qui présente l'influence de la vitesse (V) de travail sur les pertes, nous constatons que les pertes restent admissibles tant que la vitesse de déplacement de la machine ne dépasse pas 3 km/h ; les pertes augmentent rapidement au-delà de cette vitesse et dépassent les 120 kg/ha pour des vitesses supérieures à 4 km/h.

On voit bien l'effet de la vitesse d'avancement de la machine puisqu'on passe d'un niveau de pertes de 50 kg/ha à plus de 200 kg/ha. La courbe de régression obtenue à partir des valeurs expérimentales pour la machine fabriquée par l'entreprise des machines agricoles de Sidi Bel Abbès (Algérie) montre que les pertes varient en fonction des vitesses selon la relation $P = 30,78V + 9,42$.

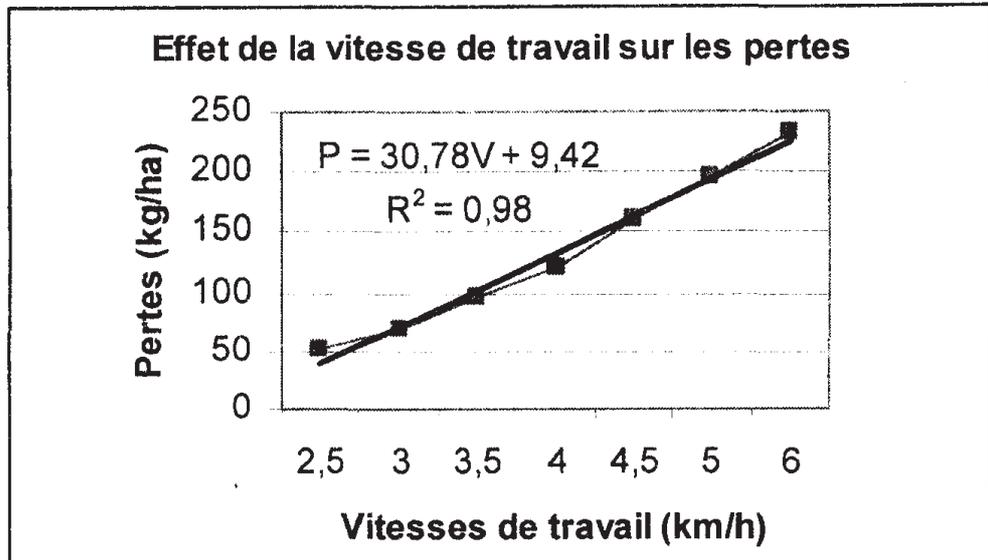


Figure 1 : influence de la vitesse de travail sur les pertes

Il est donc clair que pour des rendements horaires élevés correspondent des valeurs de pertes assez importantes. La vitesse optimale de battage dépend des conditions de la récolte et de la capacité de la machine. En Algérie la majorité des agriculteurs récoltent à des hauteurs de coupe assez faibles (20 cm pour des épis de 60 cm) ce qui nous donne des volumes de pailles importants. Ces derniers surchargent les organes de battage et créent des bourrages si on dépasse le débit instantané optimal de la machine (figure 2). Nos machines classiques actuelles possèdent des surfaces et des systèmes de séparations limités, elles ne peuvent admettre des débits élevés vu que les volumes engendrés entravent le bon fonctionnement des organes de la machine et augmentent les pertes.

La figure 2 montre la variation des pertes en grains en fonction des débits instantanés de la machine selon la relation $P = 32,94D + 30,86$

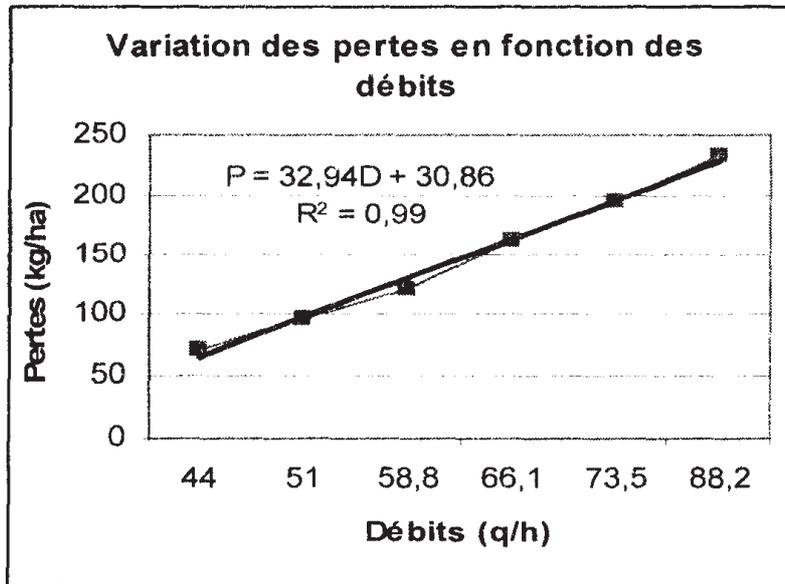


Figure 2 : variation des pertes en fonction des débits de la machine

Les pertes ne dépassent pas les 70 kg/ha (2% du rendement) pour des débits instantanés inférieurs à 44 q/h ce qui correspond à une vitesse d'avancement de la machine de 3 km/h. Dans ces conditions de travail et pour une telle machine ce débit peut représenter le débit approprié. Pour des débits supérieurs à 44 q/h les pertes augmentent rapidement et peuvent dépasser les 200 kg/ha à un débit de 88 q/h ce qui correspond à une vitesse d'avancement de la machine de 6 km/h. Il est à signaler que de nos jours existent des machines [5] dont les organes sont largement dimensionnés pour permettre des débits et des rendements horaires très élevés d'où l'intérêt de leur introduction dans les grandes exploitations du pays.

CONCLUSION

Pour des débits instantanés de battage inférieurs à 44 q/h le niveau de pertes en grains n'a pas dépassé les 70 kg/ha ; les pertes augmentent rapidement pour des débits élevés. Il est important de ne pas récolter à de faibles hauteurs de coupe pour faciliter le travail des organes de la machine et de limiter les pertes à l'arrière. Dans des conditions de travail similaires il est recommandé de ne pas dépasser les 3 km/h.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANONYME, 1987.-** Incidence des réglages des organes de battage sur le taux de casse du blé tendre. Perspective agricole n°17
- ANONYME, 1991.-** Débit des moissonneuses batteuses et rendement des chantiers de récolte. Résumé d'une étude réalisée à la station de Génie Rural de Gembloux, Belgique.
- ANONYME, 1996 .-** Les réglages pour ne rien perdre. Perspective agricole n°213p.10-14.
- BEN ABDALAH M.A. et al., 1996.-** Evaluation et identification des causes de pertes de grains de blé. 4èmes journées nationales sur les acquis de la recherche agricole. Ministère de l'agriculture IRESA , Nabeul 97 Tunisie.
- CEMAGREF, 1996.-** Les moissonneuses batteuses pour la récolte des grains ; 2^{ème} ed. Cemagref Antony Paris.

LA MECANISATION DE LA CEREAUCULTURE ALGERIENNE : CONSTAT ET PERSPECTIVES

KHEYAR M.O.⁽¹⁾ AMARA M.⁽¹⁾ et HARRAD F.⁽²⁾

⁽¹⁾ Institut National Agronomique, El Harrach, ALGER.

E mail : m.kheyar@ina.dz

⁽²⁾ Institut technique des grandes cultures, El Harrach, ALGER

RESUME

Quelle soit irriguée ou pluviale, la céréaliculture algérienne connaît de faibles rendements attribués entre autre à une maîtrise insuffisante de l'un des principaux facteurs de production à savoir la mécanisation des différentes étapes de l'itinéraire technique.

Bien que considérée comme relativement développée, la mécanisation de la céréaliculture algérienne ne répond que partiellement aux conditions édaphiques et climatiques. Grande consommatrice d'énergie, cette technique à base de labour est responsable également de la dégradation physique des sols et de l'environnement, ce qui peut menacer la durabilité même de l'agriculture.

Ce travail se propose de montrer à travers une analyse de la situation qui prévaut sur le terrain, les incohérences liées à la technique actuelle de travail du sol et l'intérêt qu'il y a à adopter des techniques sans labour plus respectueuses de l'environnement.

Le semis direct présenté comme l'une des alternatives à la technique actuelle a été testé en céréaliculture sous pivot et en céréaliculture pluviale et les premiers résultats sont jugés encourageants. Ce système Conjugué à d'autres mesures d'accompagnement, peut se révéler bénéfique pour l'agriculture algérienne, en particulier dans les zones arides et semi arides.

Mots clés : Mécanisation, travail du sol, semis direct, rendement, céréaliculture.

ABSTRACT

Irrigated or rain, the Algerian cultivation of cereals has poor yield. The cause is the insufficient control of the one of the principal factors of production: the mechanization of various stages of the technical route.

Although relatively developed, the mechanization of the Algerian cultivation of cereals answers only partially the edaphic and climatic conditions. Large consumer of energy, this technique containing ploughing is responsible also for the physics environment and soil degradation, which can threaten the durability even of agriculture.

This study proposes to analyze situation which prevails on the field, the inconsistencies related to the current technique of work of the field and the interest that there is to adopt more respectful techniques without ploughing of the environment.

The direct drilling is one of the alternatives to the conventional technique. It was tested in cultivation of cereals under pivot and rain cultivation of cereals. The first results are considered to be encouraging. This system Combined with other measurements of accompaniment, can appear beneficial for Algerian agriculture, in particular in the arid and semi arid regions.

Key words : Mechanization, tillage, direct drilling, Yield, cultivation of cereals.

ملخص :

زراعة الحبوب الجزائرية بعلية كانت أم تحت الرش المحوري تعاني من انخفاض الغلة. هناك عدة عوامل مسؤولة عن هذه الحالة؛ ومن بين هذه العوامل، عدم وجود السيطرة للميكنة رغم أن الميكنة متطورة نسبيا والتقنية المستخدمة حاليا تستهلك الكثير من الطاقة، كما أنها مسؤولة عن التدهور للتربة والبيئة، وهذه الحالة قد تهدد استدامة الزراعة.

من خلال تحليل الوضع الحالي، يهدف هذا العمل إلى إظهار حدود تقنية تهيئة الأرض بالحرث و الفوائد على استخدام تقنيات جديدة ملائمة للبيئة. على سبيل المثال البذر المباشر كبديل للأسلوب الحالي. وفي هذا السياق قد أجريت التجارب في المناطق القاحلة وفي الشمال. تعتبر النتائج الأولى مشجعة.

هذا النظام قد تعود بالنفع على الزراعة الجزائري ، ولا سيما في المناطق القاحلة وشبه القاحلة.

كلمات المفتاح : زراعة الحبوب، تهيئة التربة، البذر مباشر، المر دودية، ميكنة

NOTATIONS

CMA	: complexe Machines agricoles
CMT	: Complexe moteurs tracteurs
CNIS	: Centre de l'informatique et des statistiques des douanes algériennes
CV	: Cheval vapeur
EN PMA	: Entreprise Production du Matériel Agricole
FNRDA	: Fond national de régulation et du développement agricole
Ha	: Hectare
INA	: Institut national agronomique
ITGC	: Institut Technique des Grandes Cultures
MADR	: Ministère de l'agriculture et du développement rural
MAGI	: Matériels agricoles et industriels
MB	: Moissonneuse batteuse
PNDA	: Plan national de développement agricole
q/ha	: Quintaux/hectare
RGA	: Recensement général de l'agriculture
RM	: Roues motrices
SAU	: Superficie agricole utile
SCV	: Semis direct sous couverture végétale
SD	: Semis direct
TC	: Tracteur à chenilles
TCSL	: Techniques culturales sans labour
TM	: Travail minimum
TR	: Tracteur à roues

INTRODUCTION

Afin de pallier aux insuffisances d'une production nationale de blé qui ne satisfait qu'une très faible partie de la demande, l'Algérie a consacré en 2004 puis en 2005 l'équivalent de un milliard de dollars à l'importation de 50 millions de quintaux de blé (Anonyme, 2006).

Cette situation peu enviable place l'Algérie dans une position de dépendance de plus en plus préoccupante vis-à-vis de cette spéculation à caractère stratégique.

En dépit de la mise en place par les pouvoirs publics d'une série de dispositions tendant à améliorer les rendements (intensification de la production céréalière dans les zones favorables, appui technique à travers le PNDA), les résultats obtenus restent en deçà des espérances aussi bien :

- En céréaliculture pluviale dont les rendements moyens ne dépassent guère les 12 q/ha,
- En céréaliculture irriguée dans les périmètres mis en valeur au sud (Adrar, Bechar, El Oued, Ghardaïa, Ouargla), où le même constat est à déplorer. Les rares cas d'agriculteurs qui arrivent à réaliser des rendements de pointe supérieurs à 60qx/ha, ne doivent pas occulter les rendements moyens ne dépassant guère les 35 q/ha (Anonyme, 2004)

Les faibles performances enregistrées par la céréaliculture algérienne sont imputables à la conjugaison de facteurs aussi importants les uns que les autres. On peut les classer en deux catégories :

- Les facteurs liés aux conditions de sol et de climat (plus particulièrement à une pluviométrie défavorable);
- Les facteurs techniques qui ont aussi des répercussions importantes sur les rendements.

S'il paraît difficile d'agir sur les facteurs naturels notamment la pluviométrie (à moins de se limiter aux seules zones favorables ou d'une mobilisation des eaux en vue d'une irrigation d'appoint), force est de constater que le développement de la céréaliculture passe inévitablement par la maîtrise des facteurs techniques (rotation des cultures, intrants et mécanisation dans son ensemble).

La présente étude porte sur l'état de la mécanisation de l'agriculture algérienne en général et celui de la céréaliculture en particulier. Elle sera suivie d'une présentation succincte des nouvelles techniques culturales sans labour (TCSL) que beaucoup d'auteurs considèrent comme la meilleure alternative au mode actuel de conduite des cultures. (DERPSCH, 2001 ; FINDELING, 2001 ; M'RABET, 2001 ; SEGUY et BOUZINAC, 1999).

1. SITUATION DE LA MECANISATION DE L'AGRICULTURE ALGERIENNE

Dans son histoire, la mécanisation de l'agriculture algérienne est passée par différentes phases ; elle a d'abord connu une période favorable notamment entre 1974 et 1988 ; phase qui correspond à l'entrée en production de l'industrie du machinisme agricole (CMA et CMT) et la phase qui s'étale de 1988 à 1993 correspondant à une période de crise (ENPMA, 1994).

Dans la phase actuelle et d'après les résultats du recensement général de l'agriculture (RGA, 2003) il ressort que :

- Le nombre de tracteurs en service au niveau national (toute puissance confondue) est de 97176, le parc reste dominé par les tracteurs de marque Cirta fabriqués par CMT de Constantine. La surface agricole utile par tracteur est de 87ha alors qu'elle était de 75ha en 1993. Il faut noter enfin que la puissance moyenne n'a pas évolué ; les premiers tracteurs à quatre roues CX100 d'une puissance de 100 CV ont été mis sur le marché en 2001, cette gamme est complétée par la production du tracteur 80 CV en deux versions (2RM et 4RM) et du tracteur de 140 CV de puissance. La demande exprimée pour les tracteurs de grandes puissances est insignifiante.
- Le nombre d'outils aratoires répertorié est de 140647 unités, ce qui correspond à un indice de 1,4 unité/ tracteur. Les charrues à socs et les outils à disques sont prédominants par rapport aux instruments à dents (chisels et cultivateurs) mieux indiqués en aridoculture. On retiendra que le recensement n'a pas mis en évidence le nombre de herses et de rouleaux indispensables au rattachage de la ligne de semis.

- Le nombre de semoirs ne dépasse pas 9106 unités et ne satisfait que 68% des besoins. Celui des épandeurs d'engrais est de 8191 avec un taux de couverture de l'ordre de 61%. Ce décompte ne précise pas la part des semoirs combinés de celle des semoirs simples. Le traitement des cultures est assuré par 13862 pulvérisateurs entre jet projeté et jet porté.
- Le parc moissonneuse batteuse est quant à lui constitué de 8222 machines. Chaque machine permet de prendre en charge une superficie de 494ha (ce chiffre était de 336ha en 1993).

Le tableau 1, donne un aperçu de l'évolution des ventes de matériel agricole.

Il apparaît que le rythme des ventes est resté très faible surtout sur les cinq dernières années. Cette régression spectaculaire des ventes qui touche pratiquement l'ensemble des équipements pourrait s'expliquer par les prix réels pratiqués, par le rétrécissement des possibilités d'accès aux prêts bancaires, mais aussi et surtout par le fait que le matériel ne soit pas pris en charge par le FNRDA. Le volume de la demande en matériel agricole n'est pas très importante et n'arrive même pas à couvrir le renouvellement du matériel à reformer. Le tableau ci dessus permet de donner une idée de l'état du matériel en service. En effet on peut considérer que l'âge moyen du matériel dépasse 10 ans.

Du point de vue quantitatif, il convient de signaler que les outils à disque (charrue et pulvérisateur) surclassent les outils à dents sensés être adaptés aux zones arides et semis arides.

2. TECHNIQUES DE CONDUITE MECANISEE DE LA CEREEALICULTURE ET LEURS CONTRAINTES

Dans ce qui suit, nous tenterons d'analyser la mécanisation du travail du sol à travers deux itinéraires techniques totalement opposés :

- Celui appliqué à la céréaliculture pluviale de loin la plus importante en superficie ; Elle s'étend des zones bioclimatiques des plaines littorales à sublittorales dont la pluviométrie est supérieure à 600mm de pluie aux zones marginales recevant moins de 400mm de pluie.
- Celui correspondant à la céréaliculture irriguée par pivots et dont l'eau ne constitue plus un facteur limitant eu égard aux potentialités de la région.

Selon BESSAOUD (2004) « Les référentiels techniques essentiels pour lever les verrous qui s'opposent à l'accroissement de la productivité des sols ne sont pas rigoureusement définis, ni dans les zones concernées par la reconversion des cultures, ni dans celles impliquées par les actions d'intensification des céréales » Décrire donc avec précision un itinéraire technique type pour la céréaliculture Algérienne qui occupe 47,26 % de la SAU, n'est pas une chose aisée étant donné que les conditions minimales particulièrement en terme de maîtrise de la technicité, et de choix du matériel, ne sont pas toujours réunies. Le nombre de façons à réaliser et le type d'outil à utiliser peuvent être différents d'une région à l'autre voire entre des exploitations voisines.

2.1. CAS DE LA CEREEALICULTURE PLUVIALE

Dans l'ensemble, la pratique de préparation du sol est de type conventionnelle. Qualifiée également de labour classique, cette technique implique une série de passages d'outils avant le semis. L'itinéraire pour l'installation des céréales comprend un déchaumage, un travail profond avec retournement (labour), un épandage d'engrais de fond, une reprise du labour ou pseudo labour, des façons superficielles pour affiner la préparation et l'opération semis proprement dite (Anonyme, non daté).

La pratique qui n'a techniquement que très peu évolué est perçue par les agriculteurs comme une nécessité pour atteindre les principaux objectifs suivants : lutte contre les mauvaises herbes, incorporation des résidus végétaux et de la fertilisation, emmagasinement de l'eau pluviale et mise en place du lit de semence.

2.1.1. SEQUENTIALISATION DES TRAVAUX

De façon générale la préparation est tributaire des premières pluies (octobre à novembre). Elle débute par un travail profond avec retournement à l'aide d'une charrue à socs ou à disques. L'épandage d'engrais de fond est suivi d'une succession d'opérations destinées à incorporer fertilisants et débris végétaux, et à ameublir le sol. Dans cette phase, l'usage consacre la suprématie du pulvérisateur (Cover crop) en deux ou plusieurs passages au détriment du cultivateur à dents. La herse et le rouleau quand ils existent affinent la préparation du lit de semence. Le semis, lorsqu'il n'est pas réalisé à la volée manuellement ou à l'aide d'épandeur d'engrais centrifuge, est exécuté dans la plupart des cas avec des semoirs en ligne inadaptés, ce qui pousse les agriculteurs à des modifications consistant à supprimer les organes d'enterrage. Les machines combinant semis et localisation d'engrais restent exceptionnelles.

La fertilisation (engrais de fond et de couvertures), et les traitements phytosanitaires sont confrontés aux mêmes problèmes que le semis ; Ils sont tributaires d'une disponibilité au moment opportun, de la capacité des agriculteurs à maîtriser les doses à appliquer, et les réglages de base nécessaires à une utilisation rationnelle du matériel (vitesse de déplacement, profondeur de placement).

2.1.2. CONTRAINTES RELEVÉES

Actuellement, cette technique qui n'améliore pas la productivité a montré ses limites. Les inconvénients majeurs de cette pratique restent liés à l'enfouissement des résidus du précédent cultural, au nombre d'interventions, et à l'action de l'outillage utilisée (charrue à soc et instrument à disques) qui concourent à la dégradation physique des sols exposés à l'érosion, à la battance, au tassement, et une atteinte à l'environnement (pollution, effet de serre) provoquant une baisse de fertilité des sols. D'autres contraintes dues à un mauvais rendement tant quantitatif que qualitatif du matériel ont des incidences sur :

- l'étalement du calendrier des travaux source de retard dans l'exécution des semis,
- la difficulté à travailler en sol sec et en sol trempé, d'où l'obligation d'attendre les premières pluies, ou le ressuyage,
- la puissance moyenne des tracteurs (60 CV) limite la largeur de travail des équipements ce qui a tendance à réduire la capacité de travail,
- la consommation d'énergie et la mobilisation de la main d'œuvre.

2.2. CAS DE LA CERÉALICULTURE SOUS PIVOT

En zone aride par contre, la technique de conduite de la céréaliculture par pivot est totalement différente des façons culturales conventionnelles pratiquées au nord. En effet, les sols peu profonds à caractère abrasif exposés à la salinité et aux vents sont considérés comme fragiles (DAOUD et HALITIM, 1994). Pour toutes ses raisons, la préparation du lit de semence ne peut être envisagée qu'à l'aide d'outils à dents qui ne retournent pas le sol (chisel cultivateur à dent). On peut donc suggérer qu'en terme de travail du sol, cette méthode de préparation du lit de semence qui repose sur l'emploi exclusif des outils à dents s'apparente à la technique de travail minimum (TM).

2.2.1 SEQUENTIALISATION DES TRAVAUX

Après un brûlis ou directement sur les résidus du précédent cultural, la préparation du lit de semence commence au mois de septembre, et peut s'étaler jusqu'au début du mois de novembre.

Il est d'usage de procéder à une pré irrigation d'une durée d'environ une semaine sans interruption. Appelée aussi faux semis. Ce dernier a pour objectif de favoriser la levée des mauvaises herbes et de faciliter le travail des outils aratoires.

Lorsque la pression des mauvaises herbes est importante, leur destruction est obtenue chimiquement et /ou mécaniquement à l'aide d'un passage croisé au cover crop, mais le plus souvent avec un cultivateur à dents.

Sur recommandation des services techniques de l'ITGC, la préparation du lit de semence doit être réalisée en deux étapes. La première comprend un travail profond sans retournement au Chisel, ce qui permet d'obtenir un foisonnement du sol en profondeur favorable aux lessivages des sels. La deuxième étape consiste à faire évoluer le cultivateur à dents en passages croisés pour créer un état structural favorable et faciliter le travail du semoir.

En réalité et pour des raisons diverses, la préparation du sol se résume à sa plus simple expression. Les agriculteurs se «suffisent» de l'utilisation d'un seul outil en l'occurrence le cultivateur à dents.

Le semis est réalisé avec des semoirs en ligne classiques. La dose peut varier entre 180 et 220kg/ha selon la variété. Quant aux réglages (doses et profondeur) ils ne sont pas scrupuleusement respectés (HARRAD, 2003).

2.2.1. CONTRAINTES RELEVÉES

L'absence de référentiels techniques propres à ces régions, une maîtrise insuffisante de l'itinéraire technique combinée au manque de matériel (DJILI et *al.*, 2003), font que sur le terrain des contraintes entravent le bon déroulement des opérations. Elles ont trait globalement à :

- l'usure importante des outils à dents due au caractère abrasif des sols et à leur charge en pierre, limite considérablement leur mode d'action (DJEGHRI et GHALEM, 2000),
- la gestion des résidus de récolte qui est différemment appréhendée. Certains agriculteurs recourent au brûlis occultant les conséquences sur l'environnement, les autres les maintiennent en place, mais faute de semoirs adaptés éprouvent des difficultés à assurer une profondeur de semis adéquate (HARRAD, 2003),
- l'épineux problème des mauvaises herbes qui incite à la pratique du faux semis devenu un préalable avant une lutte chimique et /ou mécanique,
- la disponibilité de l'équipement (certains agriculteurs ont recours à la prestation de service) et son adéquation aux conditions de la région (climat et sol), sont responsables de retards dans l'exécution des différents travaux,
- la faible puissance des tracteurs eu égard à la taille des exploitations et à la nature du sol.

Quelle soit donc menée en pluviale ou en irriguée, la céréaliculture algérienne connaît pratiquement les mêmes problèmes en matière de mécanisation des différentes phases de l'itinéraire technique (travail du sol, semis et fertilisation) : elle est insuffisante, techniquement mal maîtrisée et dans bien des cas inadaptée.

3. TECHNIQUES SANS LABOUR : LE SEMIS DIRECT

3.1. PROGRESSION DU SEMIS DIRECT

Dans les nouvelles techniques de travail du sol, les techniques culturales sans labour (TCSL) et plus particulièrement le semis direct ne sont plus à présenter. Une littérature abondante et variée met en exergue les avantages qu'elles procurent. (Lutte contre les deux formes d'érosion, conservation de l'eau, diminution du nombre de passages des machines,

séquestration du carbone et augmentation des stocks de matière organique, développement de la faune, etc.).

Ces techniques qui répondent aux critères de l'agriculture durable, se sont graduellement imposées, car elles sont motivées par des considérations à la fois agronomiques et environnementales, mais aussi économiques. Ce sont d'ailleurs ces tendances qui ont encouragées beaucoup de pays à adopter le semis direct.

Au niveau mondial, le semis direct sous couverture végétale (SCV) a connu un développement considérable. Il couvre actuellement une superficie de l'ordre de 70 millions d'hectares que se partagent par ordre d'importance les USA, le Brésil, l'Argentine, l'Australie et dans une moindre mesure l'Europe (HAROUNA, 2005).

En Afrique, les pays du Maghreb ne sont pas en reste, puisqu'ils commencent à prendre conscience des risques qui peuvent découler de l'utilisation abusive et prolongée de la technique de travail du sol à base de labour. En effet, caractérisés par des conditions pédoclimatiques difficiles, ces pays partagent les mêmes difficultés (menace d'érosion sur les terres agricoles, baisse de fertilité des sols aggravées par une pénurie d'eau) responsables en grande partie des faibles rendements céréaliers que l'on connaît. La technique du semis direct susceptible de contourner les problèmes précités, est néanmoins différemment appréhendée par ces pays.

Le Maroc, précurseur du semis direct au Maghreb, a commencé à porter un intérêt à cette pratique au début des années 80. De son côté, la Tunisie entamait ses premiers essais en 1999, M'RABET, 2001).

L'agriculture algérienne quant à elle, et en dépit des avantages potentiels qu'il est possible de tirer de cette technique accuse un retard certain par rapport aux deux pays voisins

3.2. PROMOTION ET DEVELOPPEMENT DU SEMIS DIRECT EN ALGERIE

Dans un écosystème déjà fragilisé par des conditions édaphiques et de changement climatique, Le défi de la céréaliculture algérienne est double : Il doit permettre l'accroissement de la production par l'amélioration des rendements et l'assurance d'une pérennité même de l'agriculture par la protection de l'environnement (l'Algérie a ratifié le protocole de Kyoto).

La question est de savoir si le semis direct est la solution technique la plus indiquée pour concilier ces deux objectifs. La réponse à cette question est prématurée au regard d'une expérience algérienne toute récente.

Les premiers résultats obtenus en céréaliculture irriguée par pivot au sud (MEHDI, 2004) et en céréaliculture pluviale (D'BICHI et LAGGOUN, 2005 CHENIT, 2005, SIOUANI, 2005) même s'ils sont encourageants gagneraient à être consolidés.

Actuellement deux spécimens de semoirs seulement ont été testés au niveau national :

- le semoir de marque «VADERSTAD » propriété d'un exploitant agricole d'El Golea utilisé en céréaliculture sous pivot.
- le semoir combiné (semis et localisation d'engrais) «SEMEATO » d'origine Brésilienne acquis par l'institut national agronomique (INA).

Il s'agira donc de renforcer ce nombre nettement insuffisant et d'identifier les zones céréalières prioritaires pour mener des essais à grande échelle.

La mise en œuvre du semis direct doit s'appuyer sur l'état des connaissances cumulées dans le domaine et sur les résultats obtenus sur le terrain à travers des essais de comparaison entre le travail du sol actuel et le semis direct.

Ces essais auront à prendre en charge les effets à court et à long terme du semis direct sur le sol (structure, évolution de la matière organique, résistance à l'érosion, séquestration du carbone, conservation de l'humidité), sur le rendement des céréales, sur la capacité de maîtrise des mauvaises herbes et sur les coûts de production.

Il est important de souligner qu'en semis direct, le semoir est appelé à remplacer tous les outils qui interviennent habituellement en travail conventionnel (charrue, cover crop, cultivateur, etc...).

La disponibilité de l'équipement en nombre suffisant, constitue donc un préalable à la réussite et à l'expansion des essais de terrain. Cela permettra également de conforter le choix des semoirs les mieux adaptés aux conditions locales. C'est seulement à ce prix qu'il est possible d'arriver à des référentiels techniques adaptés aux spécificités nationales.

CONCLUSION

Même si on a tendance à considérer que la mécanisation de l'agriculture algérienne est relativement bien développée, elle reste dans l'ensemble quantitativement insuffisante et dans bien des cas qualitativement inadaptée aux besoins d'une agriculture qui se veut performante ; les techniques en vigueur ayant très peu évoluées, il est intéressant de songer à l'introduction de nouvelles techniques culturales en particulier le semis direct.

L'adoption et le développement potentiel du semis direct repose en grande partie sur les mécanismes qui permettront de convaincre les agriculteurs du bien fondé du semis direct et de la nécessité d'abandonner les pratiques actuelles en raison des inconvénients déjà évoqués.

C'est notamment le rôle de la vulgarisation (diffusion des résultats techniques et séances de démonstration) mais aussi de la mise en œuvre de mesures incitatives (Appui technique, disponibilité du matériel) ou toute autre forme de soutien dont pourraient bénéficier les agriculteurs qui s'impliquent dans le semis direct.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme.**, 1994.- Mécanisation de l'agriculture algérienne Entreprise nationale de matériel agricole ENPMA Alger
- Anonyme.**, 2004.- Statistiques agricoles série B Ministère de l'agriculture et du développement rural.
- Anonyme.**, **Non daté.**- fiche valorisée des céréales ordinaires ITGC El Harrach Alger.
- Anonyme.**, 2005.- Centre de l'informatique et des statistiques des douanes algériennes (CNIS) Alger.
- BESSAOU D O.**, 2004.- l'agriculture et la paysannerie en Algérie, les grands handicaps Communication au Symposium - Etat des savoirs en sciences sociales et humaines. CRASC- Oran- 20-22 septembre 2004.
- CHENIT S.**, 2005.- Etude de la technique du semis direct et de travail conventionnel appliqués à une culture du blé I. Mémoire d'ingénieur INA Alger, 67p
- DAOUD Y.**, **HALITIM A.**, 1994.- Irrigation et salinisation au Sahara algérien Revue sécheresse N°3 Vol 5 p 151-60
- D'BICHI A.**, **LAGGOUN S.**, 2005.- Essais comparatifs semis direct semis classique sur la culture de blé. Mémoire d'ingénieur INA Alger 68p.
- DERPSCH R.**, 2001.- Conservation tillage, no-tillage and related technologies, Keynote contributions "*First world Congress on Conservation Agriculture; 1-5 octobre. 2001*", Madrid (SP), ECAF-FAO, p161-170, 394 pp.
- DJEGHRI K.**, **GHALEM Y.**, 2000.- Contribution à l'étude de l'usure des sols de cultivateur en zone aride Mémoire d'ingénieur INA El Harrach.
- DJILI K.**, **DAOUD Y.**, **ABDELAZIZ GAOUAR A.**, **BELDJOU DI Z.**, 2003.- La salinisation secondaire des sols au Sahara. Conséquences sur la durabilité de l'agriculture dans les nouveaux périmètres de mise en valeur. Sécheresse N° 4Vol 14, p 241-6.
- FINDELING A.**, 2001.- Etude et modélisation de certains effets du semis direct avec paillis de résidus sur les bilans hydrique, thermique et azoté d'une culture de maïs pluvial au Mexique thèse de doctorat Montpellier 204p.
- HAROUNA C.**, 2005.- Le SCV (Semis direct sous Couverture Végétale), un élément stratégique de gestion durable des terres agricoles : une expérience française comme base de réflexion pour le Mali Mémoire DEPA Alexandrie 76p.

HARRAD F., 2003.- Contribution à l'établissement d'un itinéraire technique pour la mise en place du blé dans les zones sahariennes (Adrar) : Effet de la succession des outils aratoires sur le développement de la plante. Mémoire de magister INA Alger 107p.

MAHDI M., 2004.- Contribution à l'étude de la technique du semis direct sous pivot. Mémoire d'Ingénieur, INA El-Harrach, Alger 65P.

SIOUANI SM., 2005.- Incidence du semis direct sur les composantes du rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf) en Mitidja. Mémoire d'ingénieur INA Alger 55p.

Sites Internet :

SEGUY L.,BOUZINAC ., 1999.- Cultiver durablement et proprement les sols de la planète en semis direct
<http://agroecologie.cirad.fr/pdf/artls.pdf>.

M'RABET R., 2001.- Le semis direct : Potentiel et limites pour une agriculture durable en Afrique du nord. <http://www.unecana.org/français/un/>

MRABET et BOURARACH. 2001. Le semis direct Une technologie avancée pour une agriculture durable au Maroc in transfert de technologie en agriculture. <http://www.iav.ac.ma/pntta/76.pdf>.

Tableau 1 : Evolution des ventes de matériel agricole (période 1984/2003)

PRODUITS	84/93	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	total
T à R	43649	2616	1814	1575	757	1485	969	996	893	1333	1602	57729
T à R import	7562	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	7682
T à C import	2563	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2523
Total tracteur	53814	2616	1814	1575	757	1485	1089	996	893	1333	1602	67974
Total tracteur	53814	2616	1814	1575	757	1485	1089	996	893	1333	1602	67974
M –Batteuse	4959	128	29	114	28	76	61	5	4	11	31	5446
O à Disques	41111	2592	1214	1634	600	863	440	345	302	638	475	50214
O à Socs	16972	509	175	217	80	161	114	81	66	187	148	18710
O à Dents	7604	697	575	632	186	245	247	90	77	83	50	10486
Total aratoire	65687	3798	1964	2483	866	1269	801	516	445	906	673	79410

Source : Ministère de l'agriculture et du développement rural (2005)

ETUDE DE LA RESISTANCE A L'USURE ABRASIVE DES SOCS DE SCARIFIAGE DANS LES REGIONS ARIDES

KHEYAR M.O.⁽¹⁾ AMARA M.⁽¹⁾ DJEGHRI K.,
GHALEM Y.⁽¹⁾ et SACI D.⁽¹⁾

⁽¹⁾ Institut National Agronomique, El Harrach, ALGER.
E mail : m.kheyar@ina.dz

RESUME

Ce travail porte sur l'étude de l'usure des socs de cultivateur fabriqués par l'unité de production du matériel agricole (MAGI) de Rouiba.

Sur le terrain prévu pour installer des céréales à paille irriguées par pivots, nous avons entrepris des essais pour examiner les effets du temps de travail sur la résistance à l'usure (perte de masse, de côtes, et de forme) des socs de scarifiage réversibles d'un cultivateur à dents. Les socs fabriqués à partir de la même nuance d'acier (45 S7) se différencient par la nature du traitement thermique subi.

Les résultats obtenus montrent que dans l'ensemble et indépendamment du type de traitement thermique choisi, les pertes par abrasion demeurent très importantes. Même si la trempe à l'eau a permis une longévité relativement plus importante que celle du traitement à l'huile, l'acier 45S7 ne s'accommode pas avec ce type de sol usant. Les résultats prouvent également que les indices qualitatifs induits par les socs sont proportionnels au taux d'usure. Un soc neuf travaille une surface moyenne de 216cm², tandis qu'à un taux d'usure de 14%, le soc ne parvient à couvrir qu'une surface de l'ordre de 93,6cm². Cependant il convient de noter que la variation de ces indices ne semble pas beaucoup affecter les rendements. Ces essais n'ont pas permis d'établir avec certitude une relation taux d'usure- rendement.

Mots clés : Usure, Abrasion, soc, traitement thermique, zone aride

ABSTRACT

This study is dealing with the wear of the cultivator shares of farmer manufactured by the manufacturing unit of the farm equipment (MAGI) of Rouiba.

In the field designed to install cereals with straw irrigated by pivots, we undertook tests to examine the effects of the working time, on the wear resistance (loss of mass, coasts, and form) of the reversible ploughshares of scarifying of a farmer with teeth. The ploughshares manufactured starting from the same nuance of steel (45 S7) are different by nature from the undergone heat treatment.

The results obtained show that in the whole and independently of the type of heat treatment chosen, the losses by abrasion remain very significant. Even if the quenching water allowed longevity relatively more significant than that of the treatment oil, steel 45S7 does not adapt with this type of abrasive ground. The results also show that the qualitative indices induced by the ploughshares evolve/move proportionally at the attrition rate.

A new ploughshare covers an average surface of 216cm², whereas at an attrition rate of 14% the ploughshare manages to work only one surface of 93,6cm². However it should be noted that the variation of these indices does not seem much to affect the outputs. These tests did not make it possible to establish with certainty a relation attrition rate – output. The study also showed that the qualitative indices (width and depth of work) evolve/move proportionally at the attrition rate, but that the variation of these indices does not seem much to affect the outputs; These tests did not make it possible to establish with certainty a relation attrition rate – output

Key words : Wear, abrasion, cultivator shares, heat treatment, arid region

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد مدى تآكل أعضاء المحاريث من نوع (Cultivateur) المصنوعة في وحدة رويبة للعتاد الفلاحي (MAGI).

ميدانيا، و في قطعة أرض مخصصة لزراعة الحبوب تحت الرش المحوري، قمنا بتجارب تهدف إلى تحديد مدى تأثير مدة العمل على مستوى تآكل الأعضاء العاملة للمحراث من نوع "خباشة" (عن طريق قياس نقص الثقل و طول و عرض و كذا شكل الأعضاء العاملة للمحراث).

تتميز المحاريث المصنوعة من الفولاذ (S7 45) من حيث الشكل حسب التعامل الحراري المنتهج في مرحلة الصنع.

تبيّن النتائج المحصل عليها عموما و بغض النظر عن التعامل الحراري المطبق أن مستوى التآكل عن طريق الاحتكاك يبقى مرتفع جدا.

و بالرغم من أن عملية الغمس (التبريد) في الماء عوضا عن الزيت سمحت بزيادة في مدة الاستعمال، إلا أن نوع الفولاذ S7 45 لا يتلاءم مع نوع التربة الرملية المعروفة بحدّة تآكلها للمحاريث المعدنية.

كما تبيّن النتائج أن مؤشرات نوعية الحرث (عرض و عمق الحرث) تتماشى مع نسبة تآكل الأعضاء العاملة للمحاريث، إلا أنها لا تؤثر بصفة ملموسة على مستوى المردودية.

و خلاصة القول، فإن هذه التجربة لم تبيّن بوضوح و تأكيد أية علاقة بين نسبة تآكل الأعضاء العاملة للمحراث و مستوى المردودية.

كلمات المفتاح : تآكل، تآكل احتكاكي، محراث، تعامل حراري، منطقة جافة.

INTRODUCTION

Grâce à des potentialités en eau très importantes, et des investissements colossaux (Electrification, forage, tracé de pistes, etc.), des périmètres irrigués ont vu le jour dans les zones désertiques (Adrar, Bechar, El Oued, Ghardaïa, Ouargla).

Introduite dans les années 80, la céréaliculture sous pivot y occupe une place socio économique importante ; les superficies moyennes emblavées annuellement sont de l'ordre de 16045 hectares. (Anonyme, 2003).

Dans ces zones austères aux conditions édaphiques et climatiques difficiles, la préparation du sol pour la mise en place des cultures n'est possible qu'avec les outils à dents (ripper, chisel, mais surtout le cultivateur à dents) qui ont la faculté d'ameublir le sol sans le retourner tout en favorisant le lessivage des sels (MOUACI, 1991). Cette façon de procéder a aussi comme avantage majeur de préserver le sol de l'érosion éolienne et de conserver l'humidité en place.

Bien qu'on leur reproche une destruction insuffisante des mauvaises herbes, une faible incorporation des débris végétaux et une remonté en surface des pierres ; les outils à dents semblent dans l'étape actuelle les mieux adaptés aux conditions de sols et de climats.

Il reste cependant qu'en raison du caractère abrasif des sols à texture sableuse, conjugué à la présence d'une charge caillouteuse élevée, La durée de vie du matériel agricole en général et celui du matériel aratoire, plus particulièrement est limitée.

Sur le terrain, les parties travaillantes (socs) sont exposées à une usure considérée comme sévère. De plus, DJEGHRI et GHALEM (2000) ont constaté que lorsque les socs ne sont pas remplacés en temps voulu notamment par manque de disponibilité de la pièce de rechange ou pour d'autres raisons, l'usure a tendance à se propager aux dents occasionnant des dégâts irréversibles au cadre du cultivateur (agrandissement des trous de fixation des socs qui ne peuvent plus recevoir les boulons à tête fraisée). Cette usure qui a une influence sur la qualité du travail réalisé, a aussi pour conséquence une augmentation des charges directes de mécanisation (pièces consommables, immobilisation, etc.).

Ce travail se propose d'estimer le taux d'usure à partir duquel il est nécessaire de procéder au remplacement systématique des socs.

MATERIEL ET METHODES

1. LOCALISATION DU SITE D'ETUDE

Les essais ont été réalisés au niveau de l'exploitation PRODRAGRIC située à « Stah Baamar » commune de Fenoughil (40Km au sud du chef lieu de la wilaya d'Adrar).

2. MATERIEL D'ETUDE

2.1. LE SOL

Les caractéristiques physico mécaniques du sol sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractérisation du sol

Texture	Sablo- limoneuse (S: 62,53% L: 29. %; A: 8,47%)
Taux de charge en pierre	Moyen à élevé
Résistance la pénétration	3,03 <i>dan / cm²</i>
Résidus de surface	Chaumes de blé
Humidité moyenne lors des essais	Entre 6 et 11%

Remarque : Le prélèvement des échantillons pour la détermination, de l'humidité et les relevés pénétrométriques ont concerné l'horizon 0-12cm correspondant à la profondeur moyenne de travail.

2.2. LES SOCS

Deux séries de socs fabriqués à partir d'un acier de nuance 45S7 (à 0,45% de carbone et 1.75% silicium) constituent le matériel à tester :

- La première série se compose de six (06) socs ayant subi une trempe à l'huile et un revenu (Dureté 38HRC),
- La deuxième série se compose de cinq (05) socs ayant subi une trempe à l'eau et un revenu (dureté 42HRC).

Chaque soc est représenté par la lettre H (huile), E (eau) précédée d'un chiffre indiquant sa position sur le bâti.

Tableau 2 : Caractéristiques du cultivateur à dents rigides

Soc réversible	largeur 55mm ; Epaisseur 12mm ; longueur 80mm
Angle d'entrure α	30° à 45°
Angle au sommet θ	70° à 90°
Pas entre les dents	200mm
Dégagement sous bâti	450mm
Puissance de traction moyenne	3 à 5cv /dent

3. METHODES D'ETUDE

3.1. CONDUITE DES ESSAIS

Sous pivot, il est d'usage de faire précéder le travail du cultivateur par un faux semis (pré irrigation d'une durée d'environ une semaine) pour détruire les mauvaises herbes qui ont germé et faciliter l'évolution du semoir.

Après avoir caractérisé chaque soc (les socs n'étant pas homogènes), ces derniers sont répartis sur le cadre d'un cultivateur à dents rigides selon la disposition représentée sur la fig. 1.

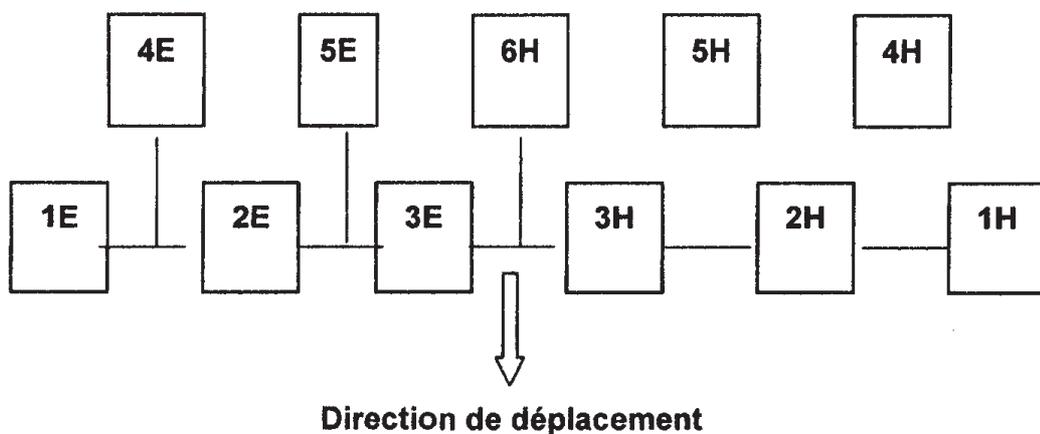


Figure 1 : Disposition des socs sur les deux rangés de dents du cultivateur

Le cultivateur a été attelé à un tracteur à roues « FORTSCHRIT » d'une puissance de 120cv. La vitesse de travail moyenne a été fixée à 7Km/h pour l'ensemble des essais.

Au terme de chaque heure de travail, les socs sont démontés pour subir les mesures nécessaires.

3.2. VARIABLES ETUDIEES

- Les pertes de cotes (longueur du soc).
- Les pertes de forme (angle du soc)
- Les Indices qualitatifs. Essentiellement la profondeur et la largeur de travail.

3.2.1. CALCUL DE L'USURE

BORGHEI (1978) a calculé le taux d'usure, et l'usure cumulée à l'aide des relations suivantes :

$$\text{- Taux d'usure : } U(\%) = \frac{L_i - L_f}{L_i} \cdot 100$$

- Usure cumulée : Elle représente la longueur (mm) perdue par unité de

$$\text{temps T (h). } U(\text{mm/h}) = \frac{L_i - L_f}{t}$$

L_i : longueur initiale de l'échantillon (mm)

L_f : longueur finale de l'échantillon (mm)

t : temps de travail (h).

3.2.2. MESURE DE LA PROFONDEUR ET DE LA LARGEUR DE TRAVAIL

La profondeur et la largeur de travail ont été mesurées au niveau de la perturbation (trace laissée par le soc) et ce immédiatement après le passage du cultivateur. Ces données ont permis de calculer la surface et le volume de sol remué par chaque soc.

RESULTATS ET DISCUSSION

1. EVALUATION DE LA PERTE DE LONGUEUR DES SOCS

Les résultats des pertes de cotes cumulées pendant 10 heures de travail des différents socs en tenant compte de leur position sur le cadre du cultivateur (fig.2) permettent de tirer les conclusions suivantes :

- les socs traités à l'eau, offrent une meilleure résistance à l'usure que les socs traités à l'huile,
- indépendamment de la nature du traitement, les socs de la première rangée sont plus exposés à l'usure que ceux de la deuxième rangée. Sur le même rang, les socs situés dans l'axe de déplacement s'usent plus rapidement que les socs extrêmes. Lawton et Foley (1986) confirment les résultats trouvés, et expliquent ce phénomène qu'ils attribuent à l'état du sol. En effet, le sol grâce à sa cohésion oppose plus de résistance aux socs situés au premier rang comparativement aux socs de la deuxième rangée qui agissent sur un sol déjà perturbé et donc soumis à de faibles forces de frottement.

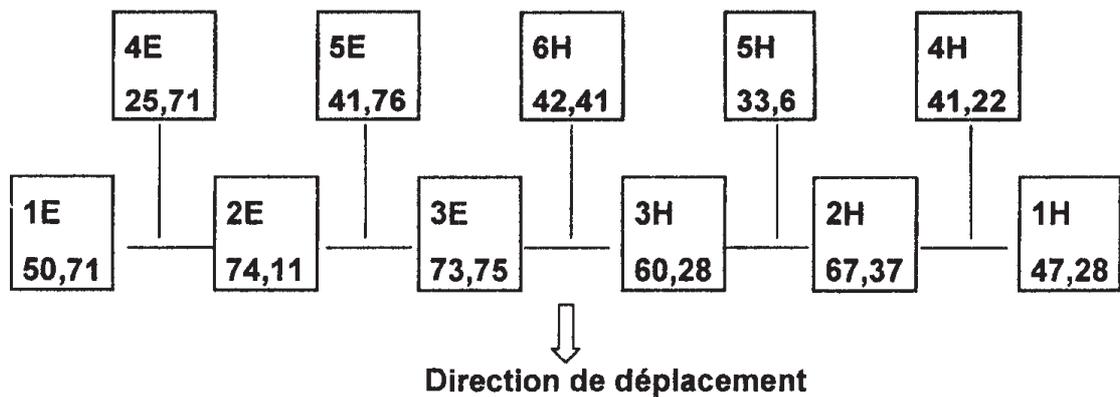


Figure 2 : Variation de la longueur des socs (mm) selon leurs dispositions sur le bâti

2. USURE CUMULEE

Dans ce qui suit (Fig.3), nous avons représenté la progression de l'usure en fonction du temps des deux socs les plus exposés à l'usure du fait de leur position ; il s'agit des socs 3H et 3E localisés au milieu du premier rang.

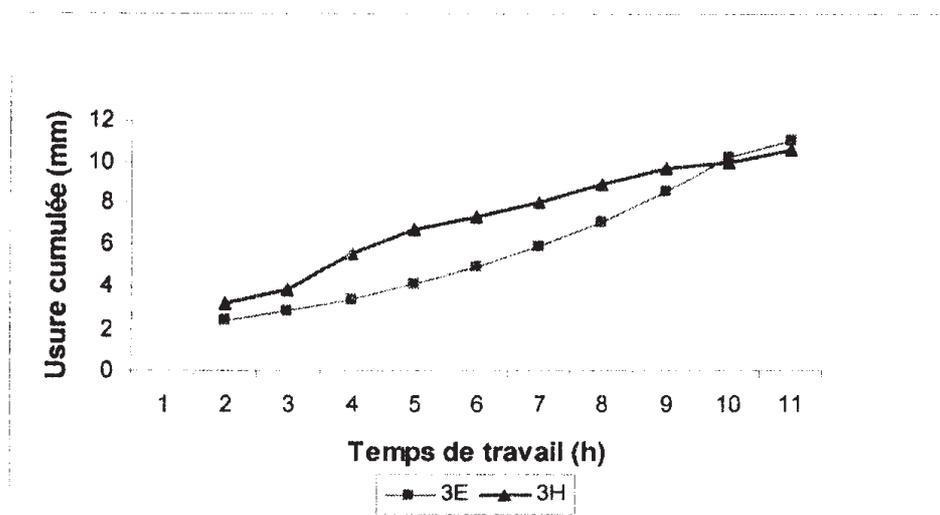


Figure 3 : Variation de l'usure cumulée en fonction du temps

La courbe montre que l'usure est proportionnelle au temps de travail. Elle indique qu'en 10 heures, le soc 3H a perdu 73mm sur une longueur initiale de 110mm et que le soc 3E a perdu pour sa part 60mm sur 107mm.

Par rapport à la vitesse d'usure, on peut considérer trois phases distinctes :

- une phase dite de « rodage » avec un arrachement de matière par abrasion ; cette usure est favorisée par la surface de contact et la présence d'aspérités (bavures) sur le soc neuf ;
- une phase à usure modérée où le soc sous l'effet des frottements a pris un « poli » ce qui facilite le glissement du sol sur la surface du soc ;
- une troisième phase où l'usure augmente rapidement à cause de la pression du sol sur la pointe du soc (la pointe suffisamment usée n'agit plus par cisaillement). Cette troisième phase correspond au seuil d'usure admissible, seuil à partir duquel il est plus que souhaitable de procéder au remplacement du soc.

3. EVALUATION DE L'ANGLE AU SOMMET DU SOC

La fig. 5. illustre la variation des angles au sommet des socs 3H et 3E les plus vulnérables. On remarque que quelque soit le type de traitement, les angles changent de formes et évoluent proportionnellement au temps de travail.

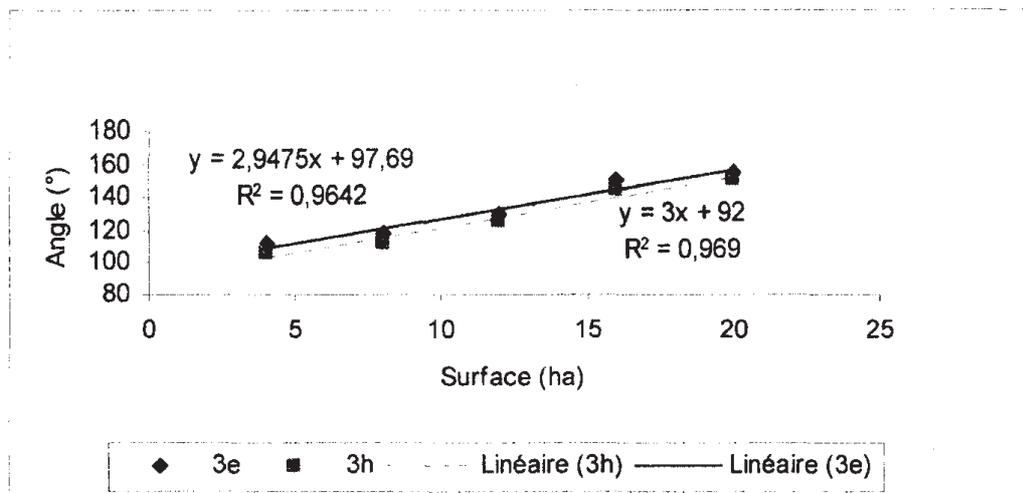


Figure 5 : Evolution de l'angle au sommet des socs 3E et 3H en fonction de la surface travaillée

Les résultats indiquent que la variation est linéaire avec un coefficient de détermination R^2 de 0,964 pour le soc traité à l'huile et 0.969 pour le soc traité à l'eau (Fig. 4). De façon générale, le soc semble plus fragile au niveau de sa pointe que sur les autres côtés (L'épaisseur par exemple du soc a très peu variée). FERGUSSON et *al.* (1998) ont mis en évidence l'intérêt des traitements spécifiques (carbure de tungstène) qui ont l'avantage de protéger la pointe du soc et de prolonger leur durée d'utilisation.

L'effet de l'usure sur l'angle au sommet se traduit par une augmentation de la valeur des angles jusqu'à la disparition totale des côtes formant l'angle, l'extrémité du soc prend la forme d'un arrondi, forme qui ne permet plus au soc d'agir par cisaillement ce qui limite l'éclatement du sol et par conséquent l'effet de foisonnement. Il y a risque de tassement du sol car le soc agit sur le sol par pression.

Pour le soc traité à l'eau la valeur initiale passe de 62° pour atteindre 150° alors qu'elle du soc traité à l'huile varie de 65° à 150° au bout de 20hectares de travail.

Avec une dureté plus élevée, les socs traités à l'eau semblent donc opposer une meilleure résistance, mais il faut rappeler que leur résilience est faible « ce qui risque d'engendrer une fracture ou déformation lorsque la pièce est exposée aux chocs ». Nous n'avons pas rencontré ce genre de problème au cours des essais.

3.1. EFFET SUR LES INDICES QUALITATIFS

Le tableau 3 reprend les valeurs moyennes de la surface et du volume de sol remué par le soc 3E.

Ces valeurs ont été calculées sur la base de la profondeur et de la largeur de travail obtenues sur 1 un mètre linéaire pour chaque taux d'usure.

Tableau 3 : Valeurs moyennes des surfaces et des Volumes de sols mesurés pour le soc 3^E

Taux d'usure (%)	Surface (cm ²)	Volume remué (cm ³)
0	216	21600
4,25	195.12	19512
12.18	157.32	15732
13.85	93.6	9360
21.97	60.3	6030
35.8	38.4	3840

On constate que le volume de sol remué décroît avec le taux d'usure et par conséquent avec les dimensions géométriques de l'outil. Cette réduction de volume engendre des surfaces non ameublées importantes par soc et entre deux socs voisins. Du point de vue de la qualité de travail, on peut considérer qu'au delà de 14% il est préférable de procéder au changement du soc. D'abord parce à partir de ce seuil la profondeur de travail est trop faible pour un outil de reprise de travail du sol, ensuite l'utilisation prolongée de ce soc, peut propager l'usure à la dent elle même.

CONCLUSION

Si le traitement thermique a permis d'améliorer relativement la durée de vie des socs (les socs traités à l'eau, offrent une meilleure résistance à l'usure que les socs traités à l'huile), il reste que dans l'ensemble l'usure apparaît comme une menace pour les pièces travaillantes du matériel aratoire. L'acier 45S7 utilisé pour la fabrication des socs ne semble pas s'accommoder avec le type de texture des zones étudiées.

Les résultats ont montré que les signes précurseurs d'une usure sévère correspondent à la réduction des cotes, et au changement de forme (pointe émoussée et arrondie).

A un taux d'usure de 14% le soc ne couvre qu'une surface de 93,6cm² contrairement à un soc neuf qui arrive à couvrir une surface de l'ordre de 216cm². Au delà donc de 7 heures de travail correspondant à une surface moyenne de 30hectares, le soc ne répond plus aux exigences agrotechniques qui lui sont assignées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme, 2003.-** Recensement général de l'agriculture 2001. Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information. Ministère de l'agriculture et du développement rural.
- BORGHEI A.M., 1978.-** Usure par abrasion des outils de travail du sol
Thèse Docteur ingénieur. Université de Paris, Faculté des sciences, 97 pages.
- DJEGHRI K., GHALEM Y., 2000.-** Contribution à l'étude de l'usure des socs de cultivateurs en zones arides Mémoire d'ingénieur INA Alger.
- FERGUSON S.A., FIELKE J.M., RILEY T.W., 1998.-** Wear of Cultivator Shares in Abrasive South Australian Soils journal of agricultural engineering research pp. 99-105.
- LAWTON P.J., FOLEY A.G., 1986.-** Alumina tipped spring tine points field assessments. Journal agricultural research pp 343-354.
- MOUACI S., 1991.-** La rentabilité de la céréaliculture en zone aride : cas de la ferme pilote de Gassi Touil (Ouargla). Mémoire de magister INA Alger.

VARIABILITE MORPHOBIOMETRIQUE OBSERVEE SUR JEUNES SEMIS DE CHENE VERT (*Quercus ilex* L.) D'ORIGINE ALGERIENNE : I - INTERPROVENANCE

NASRALLAH Y.⁽¹⁾ ET KHELIFI L.⁽²⁾

⁽¹⁾Dépt de Biologie, Centre Universitaire Moulay Tahar, Saida.
ynasrellah@yahoo.fr

⁽²⁾Labo. de Ressources Génétiques et Biotechnologies, INA - Alger.
l.khelifi@ina.dz

RESUME

Compte tenu de l'importance de la forêt du chêne vert en Algérie et de l'effort de reboisement qui se fait à base de cette essence sur un espace écologique contrasté, la question de l'origine et de la qualité des plants est souvent posée aux forestiers et reboiseurs. A cet effet, l'étude basée sur deux protocoles expérimentaux, en pépinière puis en plein champ, a pour objectif d'apprécier la variabilité interprovenance de 11 populations représentant l'aire algérienne de l'espèce. L'analyse en composante principale basée sur les caractères morphobiométriques des plants âgés d'une année (stade pépinière) et deux ans (stade plein champ) permet de conclure qu'il existe une importante variabilité, aussi bien au stade pépinière qu'au stade plein champ.

Mots clés : Chêne vert, provenances et variabilité morphobiométrique.

VARIABILITE MORPHOBIOMETRIQUE OBSERVEE SUR JEUNES SEMIS DE CHENE VERT (*Quercus ilex* L.) D'ORIGINE ALGERIENNE : I- INTERPROVENANCE

ABSTRACT

According to the importance of the oak (*Quercus ilex*) in Algeria and the reforestation effort is being done based on this species in an ecological space contrasts, the question of the origin and quality of plants is often asked foresters. In this order, the study based on two experimental protocols, a nursery and then in open fields, aims to appreciate the variability of 11 geographical origins of oak representing the area of the Algerian of this species. The main component analysis based on morphobiometric traits of plants aged one year (nursery) and two years (open field) can conclude that there is a significant variability, both at the nursery stage and open field.

Key words: Oak, Geographic origin, morphobiométric variability.

خلاصة

نظرا لأهمية غابات البلوط الأخضر (*Quercus ilex*) في الجزائر واعادة التحريج حيث يجري بذل جهد كبير يقوم على أساس هذا النوع في فضاءات ايكولوجية متباينة، فإن مسألة نوعية و أصل منشأ الشجيرات كثيرا ما يطلب من طرف المهتمين بهذا الميدان. وتحقيقا لهذه الغاية، فإن هذه الدراسة تقوم على منهجين تجريبيين الأول في طور المشتلة و الثاني اثناء الحقل، وتهدف الى تقييم مدى التغير المورفوبيوومتری بين أصول المنشاء، و لقد أسست هذه التجربة على 11 أصل منشأ مختلف يمثلون كافة مناطق التوزع الجغرافي لهذا النوع عبر الجزائر. لقد بينت الدراسة التحليلية القائمة على طريقة (ACP) باعتماد الخصائص المورفوبيوومترية (morphobiométric) وجود تنوع كبير و ذلك أثناء المشتلة و اثناء.

كلمات المفتاح : البلوط الأخضر، أصل المنشأ، التنوع المورفوبيوومتری

INTRODUCTION

Le chêne vert est l'une des principales espèces forestières du bassin méditerranéen. C'est aussi l'une des espèces de base dans le plan national de reboisement (PNR) en Algérie. Elle constitue par sa superficie et sa répartition sur une bonne partie du réseau hydrographique le meilleur moyen pour la protection des barrages et la restauration des sols (équilibre hydro-biologique). Sa position géographique limitrophe de la steppe dégradée, lui confère un double rôle, pastoral fournissant une réserve fourragère importante pour le cheptel notamment en période de disette, et protecteur des sols.

Cependant, en Algérie, la forêt de chêne vert se trouve menacée à plus d'un titre et par de multiples facteurs, tels que l'extension de l'agriculture, les infrastructures (Agglomérations et routes), le surpâturage, les incendies et le délaissement par manque d'intérêt. Face à ces menaces qui risquent d'accélérer la dégradation de ce patrimoine biologique mal connu et sous estimé, l'étude de la diversité génétique de la forêt de chêne vert peut contribuer à la proposition de méthodes de gestion et d'aménagement adéquates et à l'élaboration de stratégies de conservation dynamique en relation avec ses intérêts présents et futures.

Nous tentons d'élucider à travers l'étude le degré de la variabilité morphobiométrique observé sur des jeunes semis de chêne vert d'origine Algérienne. Elle vise à évaluer la diversité génétique d'une part et à vérifier l'importance de la régénération assistée par graine d'autre part. Pour ce faire, les jeunes semis issus de glands de 11 provenances de l'aire géographique de répartition du chêne vert ont été utilisés.

MATERIELS ET METHODES

Matériel biologique : En absence de toute étude et de classement des provenances du chêne vert en Algérie et compte tenu des grandes variations écologiques de l'aire de cette espèce, la délimitation sur des critères objectifs des différentes provenances de chêne vert reste un objectif difficile à atteindre (MERGEN, 1999). Cependant, la connaissance du terrain par les forestiers nous a été d'un grand apport pour surmonter ce problème. En effet, le travail a commencé par le recensement de tous les peuplements classés comme porte graines par les services forestiers. Les provenances géographiquement proches et écologiquement identiques ont été éliminées du dispositif. Ainsi, 11 provenances au total, appartenant à 4 groupes d'étages bioclimatiques ont été retenues (tableau 1 et figure 1).

Tableau 1 : Liste des provenances retenues et étages bioclimatiques correspondants

Groupe I	□	Représente les provenances les plus favorisées sur le plan climatique de l'étage sub-humide de l'Atlas tellien : Zaccar (7), Chréa (8) et le col de Médéa (9).
Groupe II	■	Représente les provenances de l'étage sub-humide avec ses variantes fraîches et froides de la région sud-tellienne selon la carte phytogéographique de l'Algérie (Maire 1952, 1980) : Nesmott (1), Tikjda Sud (6) et Bordj Bounaama (11).
Groupe III	▨	Regroupe les provenances des plaines et hautes plaines du semis aride couvrant de grandes étendues à chêne vert à l'état de taillis clairs dégradés : Oum Djerane (2), Ain smara (3) et Sebdou (10).
Groupe IV	■	Représente les provenances de l'Atlas saharien où le chêne vert est présent sur les reliefs dans des conditions climatiques extrêmes et où il est moins abondant que les provenances précédentes : Belezma (4) et Dar Echyouchk (5).

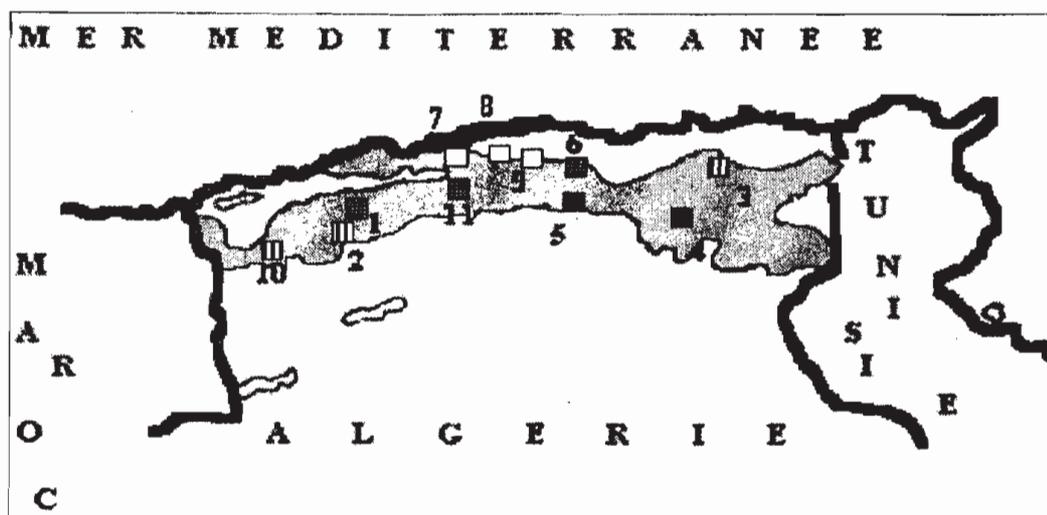


Figure 1 : Localisation géographique des provenances

Sachant que chez le chêne vert, l'individu (arbre) n'est pas nécessairement pollinisé par ses voisins immédiats, mais par ceux qui lui sont à la fois phénotypiquement synchrones et qui ont prioritairement investi dans la fonction mâle (YACINE, 1987; MICHAUD, 1993 ; TOUMI, 1995). Ainsi, la distance entre individus de la même provenance a été fixée à 30 mètres pour la récolte de la graine. Ont été retenus pour chaque provenance 25 arbres bien répartis sur l'ensemble du peuplement conformément aux travaux de MERGEN (1999). Le tableau 2 représente les caractéristiques des différentes provenances réparties en 4 groupes conformément à leurs origines écologiques.

Tableau 2 : Codification, localisation et coordonnées géographiques des provenances retenues pour l'étude

Nom de la provenance	Code	localisation	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Nesmott	NES	Mascara	36° 50'N	0° 17'E	900
Oum-Djerane	OUD	Monts de saida	34° 51'N	0° 23' E	1080
Ain-Smara	SMA	constantinois	36° 07'N	6° 27'E	1100
Belezma	BEL	belazma	35°14'N	5° 51'E	1320
Dar echyoukh	DAR	Djelfa	34° 26'N	2° 51'E	1100
Tikjda	TIG	Djurdjura	36° 14'N	4° 08'E	2210
Zaccar	ZAC	Meliana	36°20' N	2°17' E	1150
Chrèa	CHR	Blida	36° 27'N	2° 52'E	950
le colle	COL	Medea	36° 24'N	2° 54'E	1130
Sebdou	SEB	Mts Tlemcen	34°24' N	1° 34' O	1270
Bordj-bounaama	BOB	Ouarsenis	35° 24'N	1° 31'E	1190

Dispositif expérimental en pépinière

S'agissant d'un travail en pépinière où les conditions sont contrôlées, un dispositif en randomisation totale a été adopté compte tenu des avantages qu'il présente (DAGNELIE, 1981 ; SCHWARDS, 1992). Il comporte 11 provenances et quatre répétitions de 25 glands chacune soit 100 glands germés par provenance. Dès leur germination, les glands sont transférés dans des sachets (10 x 25 cm), sans fond, remplis d'un mélange contenant 2/5 de sable de rivière, 2/5 de terre limono-argileuse et 1/5 de matière organique végétale. Les sachets, ainsiensemencés, sont placés sur des châssis surélevés par rapport au niveau du sol de la pépinière.

Dispositif expérimental de plein champ

Après une phase d'élevage d'une année en pépinière, la plantation comparative en plein champ a été effectuée sur un terrain préparé à cet effet. Le site retenu pour la plantation de plein champ est situé dans la chênaie d'El hassasna au Lieu dit : M'kimen, Commune de Maamora, Wilaya de Saïda. Les caractéristiques écologiques du site sont les suivantes : Altitude (1180 m), Longitude (0° 23' E), Latitude (34° 42' N), Exposition (Est), Pente (3%), Pluviométrie (400 mm), Sol (Sablo-limoneux), Végétation (Forêt de chêne vert), nature du terrain (domanial, vide labourable), Surface (1,250 ha), travail du sol (labour profond ; Plantation après une période d'importantes précipitations).

Cinquante (50) jeunes plants par provenance ont été utilisés, tous les plants sont de vigueur homogène conformément aux recommandations de Becker (1977). Les 11 provenances ont été réparties aléatoirement sur le terrain en deux blocs aléatoires comportant chacun 11 parcelles élémentaires de 25 plants chacune. Les caractères mesurés durant toute la période de l'essai sont résumés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Codification des caractères biométriques mesurés

En pépinière	Plein champ	Laboratoire
<ul style="list-style-type: none"> • Test de flottaison (Ts) • Taux de germination (Tg) • Taux de levée (tlv) • Hauteur des semis (Hp) • Diamètre au collet des semis (Dp) • Nombre feuilles/semis (NF) • Longueur moyenne de la feuille (LOF) • Largeur moyenne des feuilles (LAF) • Nombre de ramifications/plant (RAM) 	<ul style="list-style-type: none"> • Les caractères quantitatifs ont été mesurés 3 fois durant la première année de plantation (juste à la plantation, fin de la saison hivernale et fin de la saison estivale) • Taux de survie (SUR1, SUR2, et SUR3) • Hauteur des plants (H1, H2, et H3) • Diamètre au collet (D1, D2 et D3) 	<ul style="list-style-type: none"> • Calcul de la surface foliaire (SFT) • Poids frais de différentes parties de la plante : poids frais aérien (PFA), poids frais racinaire (PFR) et poids frais total (PFT) • Poids sec de différentes parties de la plante : poids sec aérien (PSA), poids sec racinaire (PSR) et poids sec total (PST)

Analyse de laboratoire

Les feuilles ont été collées sur du papier blanc, photocopiées, ensuite découpées et pesées. Une correspondance entre le poids du papier et la surface occupée par la feuille permet de déterminer la surface de la feuille (DU POUHEY et al, 1990). Le dosage des chlorophylles a et b a été fait par spectrophotométrie à 645 nm et 663 nm par la lecture des densités optiques des extraits de chlorophylle obtenue selon la méthode de....

La détermination du poids frais des plants pour les deux essais a été réalisée au laboratoire par une simple pesée dans une balance de précision. Une fois le poids frais déterminé, les différentes parties du plant sont placées dans une étuve à 65°C pendant 24 heures. Les différentes parties (aériennes, racinaires et totales) des plants sont pesées de nouveau pour déterminer le poids sec des différentes parties. En vue d'estimer la variabilité interprovenance l'analyse en composantes principales suivie d'une classification hiérarchique a été réalisée.

RESULTATS

Compte tenu de la réaction des provenances aux exigences du milieu (pépinière et terrain), et pour mieux cerner les différences, l'analyse a été faite sur les résultats obtenus sur deux périodes distinctement en pépinière et en champ.

Variabilité en pépinière

L'analyse en composante principale des caractères mesurés en pépinière et au laboratoire, fournit 60% de l'information sur le plan factoriel 1-2. Les caractères discriminants des provenances sur ce plan sont le poids élevé des plants (poids frais et sec de la partie aérienne, poids frais et sec de la partie racinaire, poids frais et sec total) ainsi que la concentration en chlorophylle b (figure 2). L'examen des mêmes caractères à l'aide d'une classification hiérarchique montre une proximité (distance euclidienne inférieure à 11.3 unités sur une échelle de 30) entre les provenances géographiquement proches et écologiquement identiques (figure 2). Ces analyses, ACP et classification hiérarchique, combinées aux moyennes des caractères laissent apparaître un début de structuration de la variabilité. Les provenances de CHR, SEB et OUD produisent plus de biomasse, en opposition aux provenances de NES et SMA caractérisées par une faible production.

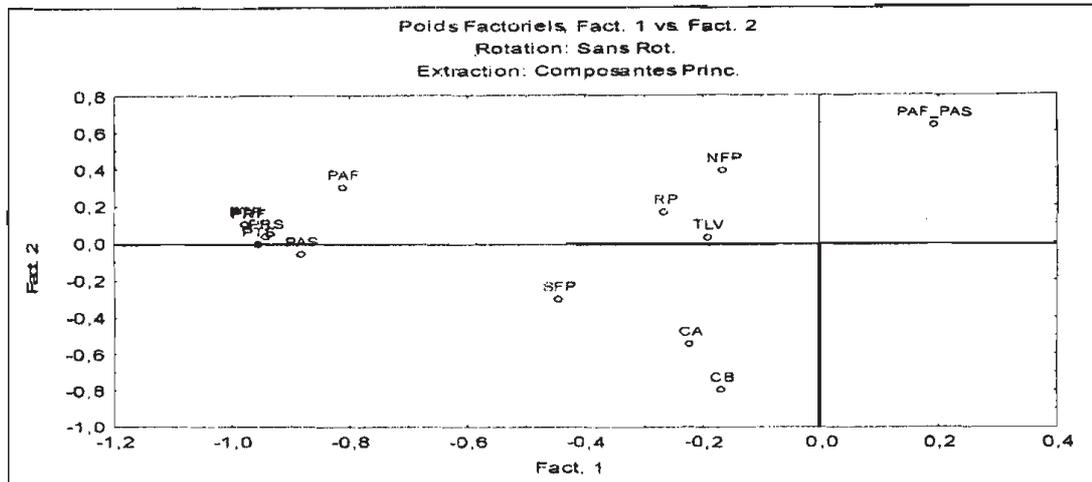


Figure 2 : Cercle des corrélations (plan 1-2) de la variabilité interprovenance, en pépinière

Variabilité en Plein champ

Le suivi de la plantation comparative et des mesures effectuées à la fin de chaque saison pour évaluer les effets des saisons hivernale et estivale sur les plants, permet de déduire ce qui suit :

- L'analyse en composante principale fournit 66% de l'information sur le plan 1-2 (figure 3). Le premier plan est corrélé négativement à la croissance en hauteur des provenances et le diamètre (H1, H2, H3, D3). Le deuxième est lié positivement à la survie des plants à la fin de la saison chaude (SUR3).
- La classification hiérarchique permet de constater l'arrangement des provenances suivantes, sur la base des distances géographiques et les similitudes des conditions écologiques: Ain smara, Bélazma, Dar echyoukh, le col, Bordj bounaama, Tikjda et Zaccar. Le reste des provenances (Chréa, Oum djerane, Sebdou et Nesmott) sont beaucoup plus différenciées sur le plan écologique et géographique (figure 4).
- L'association des moyennes de la croissance et de la survie des provenances à l'analyse (ACP et classification hiérarchique) confirme ces résultats et nous autorise à déduire que les provenances CHR et SEB enrégistrent les plus faibles performances sur le terrain contrairement aux provenances de BOB et TIG qui enrégistrent les meilleures croissances.

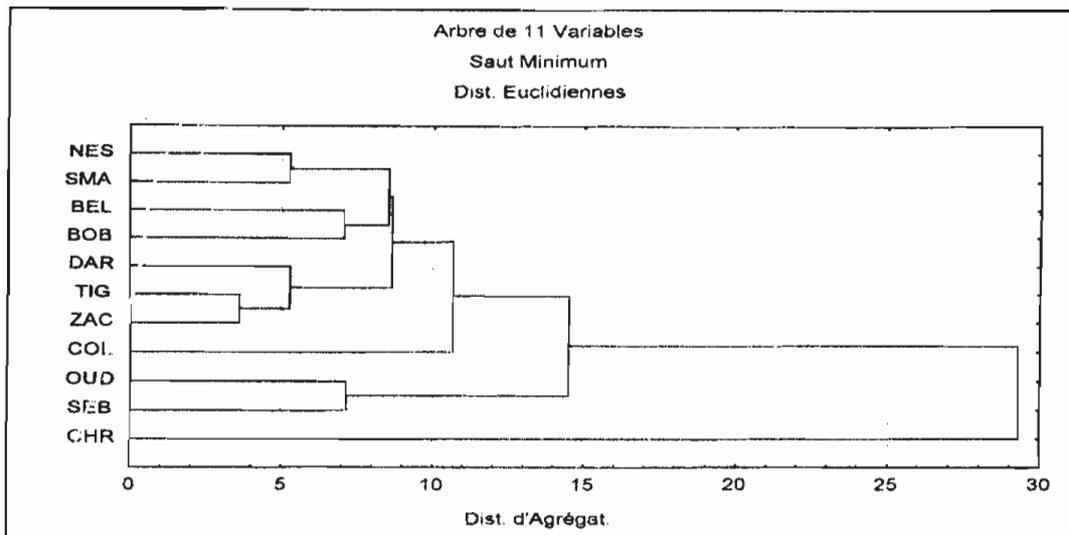


Figure 3: Classification hiérarchique des onze provenances, en pépinière

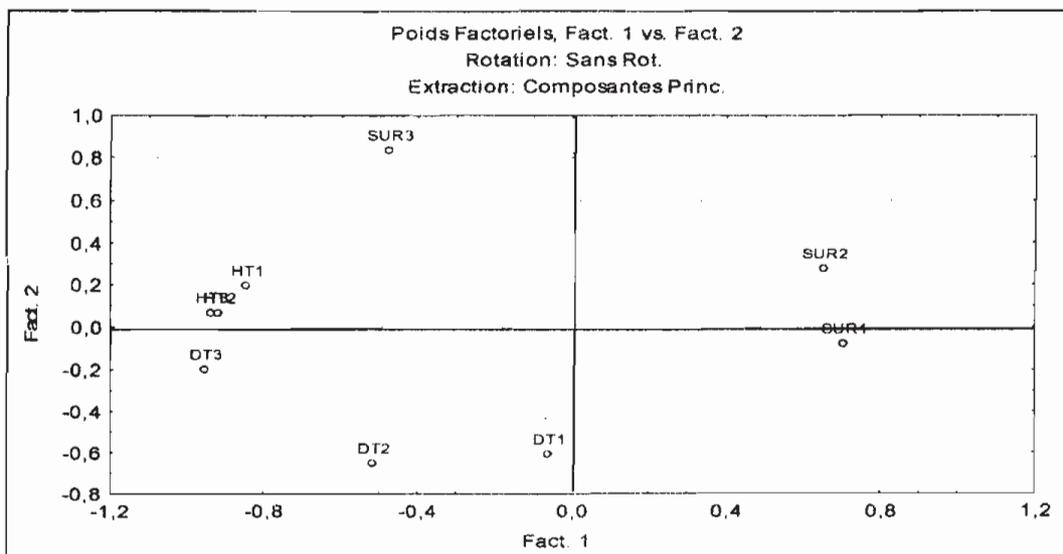


Figure 4 : Cercle des corrélations (plan 1-2) de la variabilité interprovenance en plein champ

CONCLUSION

Cette étude prend en considération pour la première fois la majorité de l'aire géographique du chêne vert en Algérie. Les études réalisées sur cette espèce à l'échelle des pays méditerranéens se sont intéressées plus particulièrement à la morphologie des feuilles prélevées directement sur des arbres adultes (MADJIDIEH, 1987) à l'étude des enzymes et des isozymes (YACINE, LUMARET, 1988 ; MICHAUD et al, 1995) et aux marqueurs moléculaires (BARITEAU, 1995). Par ailleurs, l'analyse des caractères quantitatifs confirme l'existence d'un fort polymorphisme interprovenance dans les forêts de chêne vert (YACINE, 1987; LUMARET et MICHAUD, 1991).

L'adaptation du chêne vert au climat peut être distinguée à travers la Croissance de ses différentes composantes (TRABAUD et METHY, 1994). En effet la croissance est sous la dépendance des contraintes climatiques, en particuliers hydriques et thermiques. La température et la pluviométrie peuvent intervenir de manières séparées ou combinées. Selon LACAZE (1970), l'adaptation des plants à la saison peut être mesurée d'une manière directe par l'estimation de la survie. De ce fait, nous considérons que le taux de survie (94%) au sein de notre plantation comparative peut être considéré comme un résultat positif, comparé au taux de survie avancés par KSONTINI *et al.* (1998) pour une plantation de *Q. suber*, *Q. coccifera* et *Q. faginea* et qui sont respectivement de 60 %, 30% et 0%.

Bien que considéré généralement comme résistant au climat, le chêne vert montre à travers notre plantation comparative de provenances, une large gamme de réactions au froid et à la sécheresse. Les différentes mesures effectuées après transplantation sur le terrain montrent :

- Une bonne reprise des plants après leur mise en terre. La faible mortalité (estimée à 2,28%) témoigne de l'efficacité de l'élevage des plants en pépinière (sur châssis élevés) dans des sachets sans fond.
- L'absence de l'effet du choc dû à la transplantation et du stress dû aux manipulations des plants. Il faut signaler, cependant que deux provenances ont enregistré un seuil de mortalité supérieur à 5 %, il s'agit de ZACCAR et SEBDOU.

La deuxième mesure intervenue à la fin de la saison fraîche et humide, confirme la bonne reprise des plants en général et leur bonne adaptation à leur nouvel environnement avec une survie de 92.72%, et ce, en comparaison avec le taux de reprise (85 à 90 %) obtenu par ALEXANDRIAN (1979) pour le chêne vert en France. Toute fois, cette réponse adaptative reste différente d'une provenance à l'autre et n'obéit à aucune règle.

Si on adopte des intervalles de mortalité de 5 %, les provenances se structurent comme suit :

- Taux de survie >95% : Chréa, Ain smara, le col, Belazma et Bordj bounaama,
- Taux de survie = 90% : Dar echyoukh, Nsmott et Oum djerane
- Taux de survie <90% : Tikjda, Zaccar et Sebdou

L'adaptation des plants de chêne vert au froid se confirme par la reprise de la croissance. Cependant, les gains en hauteur et en diamètre, qui sont respectivement de 1,58 cm et 1,37 mm en trois mois et demi, restent faibles et nous renseignent sur les difficultés rencontrées par les plants face aux basses températures hivernales. La saison estivale semble plus convenable pour la croissance du chêne vert (5,24 cm en hauteur et 2,87 mm en diamètre en cinq mois).

Du moment que les conditions du milieu sont homogènes au niveau de la pépinière, la croissance des provenances se trouve subordonnée au patrimoine génétique. A cet effet Chréa originaire de Chréa, provenance favorisée sur le plan climatique, Oum djerane et Sebdou sont des provenances locales donc bien adaptées aux conditions de notre expérimentation, se distinguent des autres provenances. Notons que l'année de l'expérimentation a été caractérisée par une bonne pluviométrie, d'où le classement de Chréa dans le même groupe que les provenances adaptées de la région (Oum djerane et Sebdou).

Sur le terrain, la réponse des provenances aux conditions pédoclimatiques se manifeste par leurs adaptations. Les résultats obtenus sur la survie et la croissance des plants montrent une bonne performance du groupe du centre (Tikjda et Bordj bounaama), contre les faibles performances pour Chréa, Sebdou et Nesmott. Si le polymorphisme entre individus (au moins dans la limite de cette étude) est d'origine génétique, la variabilité entre provenances semble obéir à un gradient géographique et bioclimatique.

A l'issue de cette étude sur le comportement de la variabilité interprovenance de chêne vert, nous pouvons conclure quant à l'existence d'un polymorphisme au niveau interprovenance. Ce polymorphisme serait le résultat soit de variations génétiques consécutives à l'adaptation des différentes provenances à leur milieu (MICHAUD et al. 1995) soit de simples variations géographiques (BARITEAU 1992), ou les deux à la fois.

Ces résultats présentent de nombreux avantages pour les reboiseurs en offrant une large gamme de provenances aux forestiers et aux sélectionneurs chacun en fonction de ses objectifs. Le choix doit porter sur les individus et les provenances qui sont à la fois bien adaptés et pouvant fournir une biomasse élevée dans les milieux défavorables.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALEXANDRIAN D., 1979.-** Les reboisements aux chênes méditerranéens. Bull. tech. ONF. n°10, Paris, 17-30.
- BARITEAU M., 1992.-** Variabilité géographique et adaptation aux contraintes du milieu méditerranéen des pins de la section halipensis : résultats (provisoires) d'un essai en plantations comparatives en France Ann. Sci. For., 49, 261-275.
- BECKER M., 1977.-** Contribution à l'étude de la transpiration et de l'adaptation à la sécheresse des jeunes plants résineux. Exemple de 3 sapins du pourtour méditerranéen (*Abies alba*, *A. Nordmanniana*, *A. Numidica*). CNRS. INRA. Ann. Sci. For., 34(2), 137-158.
- DAGNELIE P., 1981.-** Principes d'expérimentation. Presse Agronomiques de Gembloux (Belgique),
- DUPOUEY J.L., FOUGERE V., KREMER A., 1990.-** Variabilité génétique des chênes sessile et pédonculé estimée à l'aide de marqueurs morphologiques et moléculaires. Rev. For. Fr. XI-II- a, 199-204.
- KSONTINI M., LOUGUET PH., LAFFRAY D., NEDJIB REJEB M., 1998.-** Comparaison des effets de la contrainte hydrique sur la croissance, la conductance stomatique et la photosynthèse de jeunes plants de chênes méditerranéens (*Quercus suber*, *Q. faginea*, *Q. coccifera*) en Tunisie Ann. Sci. For.55, 477-495.
- LACAZE J.F., 1970.-** Analyse d'une expérimentation multi- stationnelle de provenances d'Epicea (*PICEA abies* CARST). Ann. Sci. For,5, 37 (1970).
- LUMARET R., MICHAUD H., 1991.-** Génétic variation in holm oak provenances. CEFÉ, L. Emberger, CNRS Montpellier, 167-173.
- MADJIDIEH G.H.R, 1987.-** Caractéristiques biométriques et optiques du chêne vert (*Quercus ilex* L.) dans différentes situations écologiques du Sud Est méditerranéen français (Var). Thèse. Doct en sciences. Aix Marseille.
- MERGEN F, 1999.-** Recherches sur l'amélioration des arbres forestiers, FAO, Rome (Italie).
- MICHAUD H., 1993.-** Etude de la variabilité génétique du chêne vert (*Quercus ilex* L.) à l'aide de marqueurs enzymatiques et moléculaires. Thèse Doct en scien, Univ. Aix Marseille, II.

- MICHAUD H., TOUMI L., LUMARET R., LI T.X., ROMANE F., GUSTO F., 1995.-** Effects of geographical discontinuity on genetic variation in *Quercus ilex* L.(holm oaks). Evidence from enzym polymorphysme. *heredity* 74, 590-606.
- TOUMI L., 1995.-** Etude de la structure génétique et introgressions éventuelles chez les chênes sclérophylles méditerranéens à l'aide de marqueurs alloenzymatiques. Thèse. Doct. Unic Aix- Marseille. France.
- TRABAUD L., METHY M., 1994.-** Tolérance aux stress thermiques des feuilles et aire (de répartition de *Quercus ilex*. *Ecolo. Medit.* XX,(1/2), 77-85.
- SCHWARDS D.,** Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. FLAMMARION. Paris1992, 306 pp.
- YACINE A., 1987.-** Une étude d'organisation de la diversité génétique inter et intra- provenance chez le chêne vert : *Q. ilex* L. thèse doct. Univ. Sci. Tech. LANQUEDOC.
- YACINE A., LUMARET R., 1988.-** Distribution spatiale des génotypes dans une provenance de chêne vert (*Quercus ilex* L.) Flux génique et régime de reproduction. *Genet. Sel. Evol*, 20 (2), 181-198.

**VARIABILITE MORPHOBIOMETRIQUE OBSERVEE SUR
JEUNES SEMIS DE CHENE VERT (*QUERCUS ILEX* L.)
D'ORIGINE ALGERIENNE : II- INTRAPROVENANCE**

NASRALLAH Y.⁽¹⁾ et KHELIFI L.⁽²⁾

1 - Département de Biologie. Université Moulay Tahar- Saida.
ynasrellah@yahoo.fr

2 - Laboratoire de Ressources Génétiques et Biotechnologies,
I.N.A., Alger. l.khelifi@ina.dz

RE S U M E

Compte tenu de l'importance de la diversité des réponses qui a caractérisé les 11 provenances ayant l'objet d'une étude précédente (Nasrallah et Khelifi, 2007), nous nous sommes intéressés à la variabilité intraprovenance. A cet effet, l'étude a été menée, dans les mêmes conditions que celle de la variabilité interprovenance, sur une provenance de la région de Saida localité de Bailoul. L'analyse en composante principale basée sur les caractères morphobiométriques des plants âgés d'une année (stade pépinière) et deux ans (stade plein champ) confirme la présence d'une variabilité intraprovenance, aussi bien au stade pépinière qu'au stade plein champ.

Mots clés : Chêne vert, provenance et variabilité morphobiométrique.

VARIABILITE MORPHOBIOMETRIQUE OBSERVEE SUR JEUNES SEMIS DE CHIENE VERT (*QUERCUS ILEX* L.) D'ORIGINE ALGERIENNE : II- INTRAPROVENANCE

ABSTRACT

According to the importance of morphobiometric diversity related in the first study based on 11 different seed origins (Nasrallah & khelifi, 2007), which show a great diversity during the nursery and open field, this study aimed to evaluate the level of diversity among plants of a same origin. To accomplish this experience the source of Belloul (wilaya of Saida) has been selected. The study was realised in the same environmental conditions of the first study. Preliminary results concluded that there Morphobiometric diversity among members of this source.

Key words : oak, Morphobiometric diversity, seed source

خلاصة

نظرا لأهمية التنوع الوارد في الدراسة السابقة القائمة على 11 مصدر منشأ مختلف (Nasrallah & khelifi, 2007) ، حيث تبين وجود تنوع كبير و ذلك أثناء المشتلة و اثناء، فإن هذه الدراسة تهدف بشكل أساسي إلى تقييم مستوى التنوع بين أفراد مصدر المنشأ الواحد. لإنجاز هذا التجربة لقد تم انتقاء مصدر منشأ بلول بولاية سعيدة، و تمت الدراسة في نفس الظروف البيئية للدراسة السابقة. و خلصت النتائج الأولية إلى وجود تنوع مورفوبيومتري بين أفراد هذا المصدر.

كلمات المفتاح : البلوط الأخضر، أصل المنشأ، التنوع المورفوبيومتري

INTRODUCTION

Compte tenu de la dégradation avancée des milieux naturels et la réduction inquiétante des superficies boisées en Algérie. Le recours au reboisement comme moyens de reconstitution de ces formations est devenue une préoccupation nationale (PNR, PNLCD). Les conditions écologiques, plus particulièrement climatiques de ces régions, n'offrent pas aux reboiseurs un grand choix en matière d'espèces de reboisement.

Le chêne vert est l'une des essences qui s'adapte aussi bien, aux conditions climatiques les plus vigoureuses, qu'aux variantes pédologiques, les plus variées. Grâce à son système racinaire puissant et ces rejets de souche, le chêne vert valorise les sols et lutte efficacement contre leur érosion. Il constitue une excellente réserve fourragère.

Souvent, la mortalité juvénile des plants est très élevée et ne présentent pas une croissance homogène.

L'étude tentera d'évaluer les difficultés d'utilisation de cette essence dans la politique de reconstitution et de vérifier les possibilités d'adaptation et de croissance de 5 familles appartenant à une population locale.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Matériel végétal

Le matériel génétique destiné à l'évaluation de la variabilité introrvenance a été récolté au niveau d'un peuplement homogène de chêne vert de Balloul, situé en zone semi-aride dans la wilaya de Saida (fig. 1). Cinq arbres sont échantillonnés conformément aux indications de nombreux auteurs (Serieys et al., 1997, Callaham, 1999) qui suggèrent qu'un nombre de 5 à 10 individus suffisent dans le cas de peuplements homogènes. Les individus retenus pour cette étude sont éloignés les uns des autres d'au moins 200 mètres, distance recommandée par Callaham (199). Pour cette partie de l'étude 30 glands par arbre ont été utilisés.

M E R M E D I T E R R A N E E

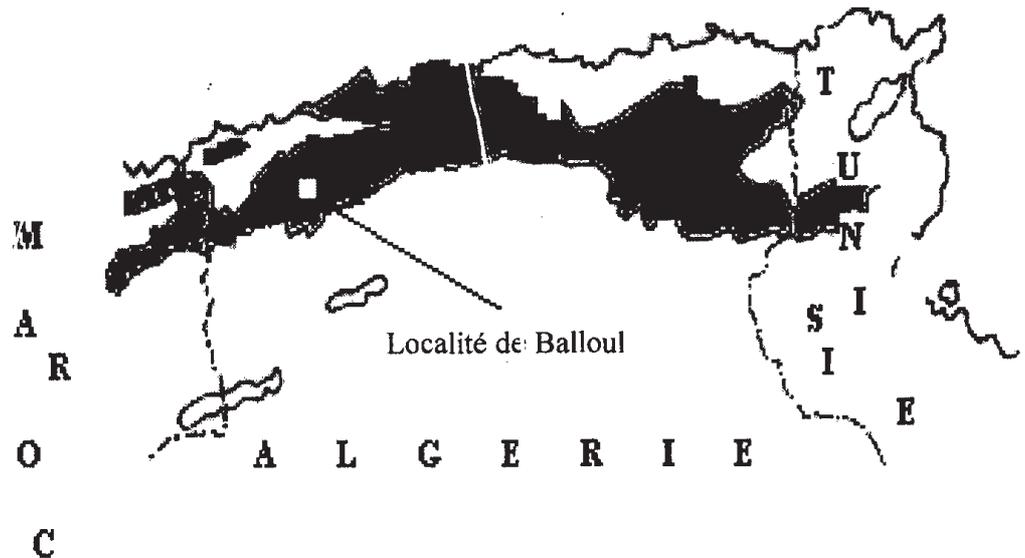


Figure 1 : Localisation géographique de la provenance de Balloul dans la région de Saïda, Algérie

Dispositif expérimental en pépinière

C'est un dispositif en randomisation totale, regroupant les glands récoltés sur les 5 arbres. Ce dispositif comprend 4 répétitions avec 5 glands par répétition soit un total de 20 glands par individu. Le semis est réalisé directement en pépinière, dans les mêmes conditions que celles décrites pour le dispositif de la variabilité interprovenance (NASRALLAH et KHELIFI, 2007).

Dispositif expérimental de plein champ : les caractéristiques de la station sont les mêmes que celles présentées par NASRALLAH et KHELIFI (2007) pour l'étude de la variabilité interprovenance. Tous ont été mis en terre aléatoirement sur deux lignes de 5 plants pour chaque arbre soit 50 plants au total avec un écartement de 3 mètres entre plants. Les caractères mesurés durant toute la période de l'essai sont résumés dans le tableau 1.

Tableau 1: Code des caractères biométriques mesurés

• En pépinière	• Plein champ	• Au laboratoire
<ul style="list-style-type: none"> • Taux de floraison (Tf) • Taux de germination (Tg) • Taux de levée (Tl) • Hauteur des semis (Hp) • Diamètre des semis (Dp) • Nombre de feuilles par semis (NF) • Longueur moyenne de la feuille (LOF) • Largeur moyenne de la feuille (LAF) • Comptage des ramifications du plant (RAM) 	<ul style="list-style-type: none"> • Les caractères quantitatifs ont été mesurés trois fois durant la première année de plantation (après plantation, à la fin de la saison hivernale et à la fin de la saison estivale) • Taux de survie (SUR1, SUR2, SUR3) • Hauteur des plants (H1, H2, H3) • Diamètre des plants (D1, D2, D3) 	<ul style="list-style-type: none"> • Calcul de la surface foliaire des plants (SFI) • Détermination du poids frais des différentes parties du plant: partie fraîche aérienne (PFA), partie fraîche racinaire (PFR), partie fraîche totale (PFT) • Détermination du poids sec des différentes parties du plant: partie sèche aérienne (PSA), partie sèche racinaire (PSR), partie sèche totale (PST)

Analyse de laboratoire : les mêmes que celles développées par Nasrallah et. Khelifi (2007).

RESULTATS

La figure 2 montre que la somme de l'information apportée par les deux axes est de 45%. Le premier axe est corrélé positivement au poids frais et secs de la partie aérienne, poids frais et secs des racines, poids totales frais et secs et corrélé négativement au rapport du poids frais des racines sur le poids secs des racines. Le deuxième axe est corrélé avec la surface foliaire totale du plant, à la concentration en chlorophylle b et au poids frais aérien sur le poids sec aérien.

La classification hiérarchique faite sur la base des caractères mesurés permet de classer les cinq individus de la provenance de balloul (Saida) selon les distances euclidiennes qui les séparent en deux groupes (figure 3) :

- Le premier est constitué de deux individus (A1 et A4), avec une distance de 30 unités
- Le deuxième, regroupe les trois autres individus (A2, A3, A5), avec une distance de 6 unités entre A2 et A3 et une distance de 10 unités entre (A2, A3) et A5.

- L'examen de l'ACP et de la classification hiérarchique et des moyennes de l'ensemble des caractères mesurés, nous autorise à constater que le groupe (A1 et A4) se caractérise par une biomasse élevée et un rapport poids frais racinaire sur poids sec racinaire réduit.

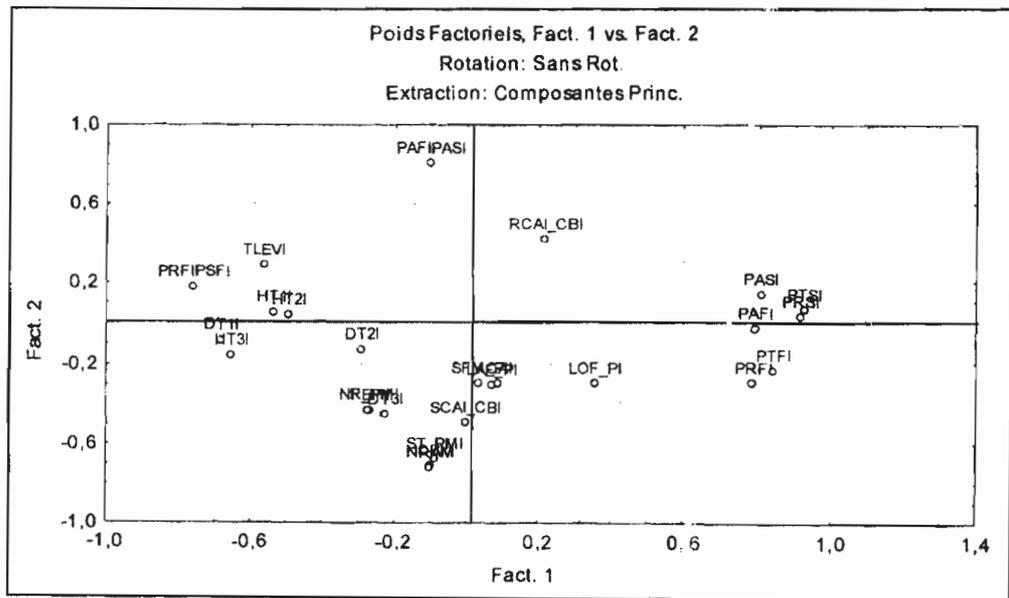


Figure 2 : Cercle des corrélations (plan 1-2) de la

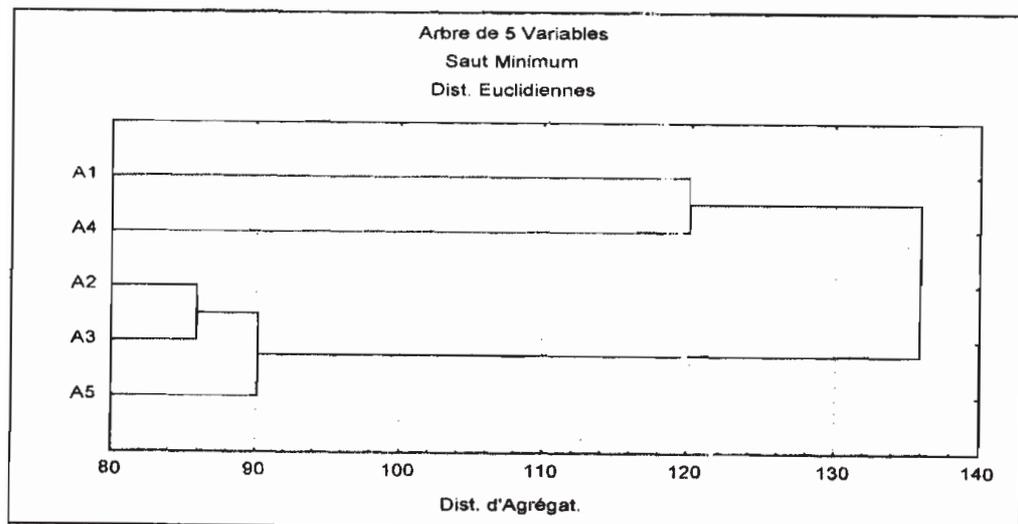


Figure 3 : Classification hiérarchique des cinq individus

CONCLUSION

L'analyse des caractères quantitatifs confirme l'existence d'un fort polymorphisme intraprovenance sur les jeunes semis issus de graines récoltées dans les forêts de chêne vert de Balloul. Ce résultat confirme ceux de nombreux auteurs (YACINE, 1987; LUMARET et MICHAUD, 1991). Ainsi, La croissance des cinq individus en pépinière enregistre un gain moyen général de 1,70 cm sur la hauteur et 0.68 mm sur le diamètre, ce qui confirme l'adaptation au milieu de tous les individus d'une part, et leur aptitude à reprendre l'activité, d'autre part.

Selon LACAZE (1970), l'adaptation des plants à la saison peut être mesurée d'une manière directe par l'estimation de la survie. De ce fait, nous considérons que le taux de survie enregistré lors de cet essai (94%) est positif, comparé aux taux de mortalité avancés par KSONTINI *et al.* (1998) pour une plantation de *Q. suber*, *Q. coccifera* et *Q. faginea* et qui sont respectivement de 40 %, 70% et 100%.

Nous constatons par ailleurs, que les cinq individus ont enregistré une croissance moyenne de 5,70 cm en hauteur et un accroissement de 2.42 mm en diamètre sur une période de 5 mois. Cette plantation réagit mieux aux conditions climatiques estivales puisque le taux de mortalité durant la période précitée est nul. Ceci confirme donc la résistance du chêne vert à la chaleur et à la sécheresse (TRABAUD et METHY, 1994).

L'étude permet ainsi de mettre en évidence l'existence d'un polymorphisme intraprovenance au même titre qu'un polymorphisme interprovenance. Ces résultats corroborent ceux de YACINE (1987); MICHAUD (1993); TOUMI (1995) indiquant qu'un arbre de chêne vert n'est pas nécessairement pollinisé par ses voisins immédiats (génétiquement proches), mais par ceux qui lui sont à la fois phénologiquement synchrones et qui ont prioritairement investi dans la fonction mâle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CALLAHAM R. Z., 1999.-** Génétiques forestières : La recherche sur les provenances. FAO, Rome (Italie).
- KSONTINI M., LOUGUET PH., LAFFRAY D., NEDJIB REJEB M.-** Comparaison des effets de la contrainte hydrique sur la croissance, la conductance stomatique et la photosynthèse de jeunes plants de chênes méditerranéens (*Quercus suber*, *Q. faginea*, *Q. coccifera*) en Tunisie Ann. Sci. For. 55, (1998) 477-495.
- LACAZE J.F., 1970.-** Analyse d'une expérimentation multi-stationnelle de provenances d'Espèce (PICEA ALBES CARST). Ann. Sci. For. 5, 37 (1970).
- LUMARET R., MICHAUD H., 1991.-** Génétique variation in holm oak provenances. CEFV, L. Emberger, CNRS Montpellier, (1991) 167-173.
- MICHAUD H., 1993.-** Etude de la variabilité génétique du chêne vert (*Quercus ilex* L.) à l'aide de marqueurs enzymatiques et moléculaires. Thèse Doct en scien, Univ. Aix Marseille, II, 1-68.
- NASRALLAH Y., et KHELIFI L., 2007.-** Variabilité morphobiométrique observée sur jeunes semis de chêne vert *Quercus ilex* L.) D'origine Algérienne : I- interprovenance, Annales de l'Institut National Agronomique, Alger, sur ce même numéro.
- SERIEYS H., QUILLET M.C., KAN F., BERVILLE A., 1997.-** Etude de la variabilité d'*Helianthus annuus* sauvages -6ème J. Scientifiques du Réseau Biotechnologies Végétales AUPELF. UREF, Orsay (1997) 373-379.
- TRABAUD L., METHY M., 1994.-** Tolérance aux stress thermiques des feuilles et aire (de répartition de *Quercus ilex*. Ecol. Médit. XX, (1/2), 77-85.
- TOUMI L., 1995.-** Etude de la structure génétique et introgressions éventuelles chez les chênes sclérophylles méditerranéens à l'aide de marqueurs alloenzymatiques. Thèse. Doct. Univ. Aix- Marseille. France 48-108.
- YACINE A., 1987.-** Une étude d'organisation de la diversité génétique inter et intra- provenance chez le chêne vert : *Q. ilex* L. Univ. Sci. Tech. Lanquedoc, 15-26.

SOMMAIRE

ABROUS-BELBACHIR O., BOULAHIA K., KHELIFA - BEGGAH N. et BENHASSAINE-KESRI G. - Comportement des plantules de colza <i>Brassica napus</i> en présence d'un bleaching herbicide le Norflurazon.....	01
AMARA M. et BENCHABLA F. - Modélisation de l'effort de résistance a la traction en relation avec les caractéristiques d'usure des socs d'un cultivateur a dents.....	21
BAALI-CHERIF D., BOUGUEDOURA N., BESNARD G. et BOUHIRED L. - Etude des populations de l'olivier de Laperrine (<i>olea europaea</i> subsp. <i>laperrinei</i> batt.& trab.)du Sahara Central Algérien (Hoggar et Tassili) : Aspects biologiques et caractérisation moléculaire.....	35
BEMMANSOUR N., TSAKI H. et KHLOUFI B. - Etude caryologique de trois populations d' <i>Atriplex halimus</i> L. (Chénopodiacées) de l'Ouest Oranais.....	77
KACI F. - Etude de la relation entre le débit d'alimentation de la moissonneuse batteuse et les pertes en grains.....	87
KHEYAR M.O., MARA M. et HARRAD F. - La mécanisation de la céréaliculture algérienne : constat et perspectives.....	95
KHEYAR M.O. AMARA M. DJEGHRI K., GHALEM Y. et SACI D. - Etude de la résistance a l'usure abrasive des socs de scarifiage dans les régions arides.....	113
NASRALLAH Y. et KHELIFI L. - Variabilité morphobiométrique observée sur jeunes semis de chêne vert (<i>quercusilex</i> l.) d'origine algérienne : I- interaprogenance.....	127
NASRALLAH Y. et KHELIFI L. - Variabilité morphobiométrique observée sur jeunes semis de chêne vert (<i>quercusilex</i> l.) d'origine algérienne : II- intraprogenance.....	141