

# Essais de régénération artificielle par semis de la subéraie de Numidie orientale

par Salima BENNADJA, Gérard de BELAIR et Azzedine CHEFROUR

***Voici le second article  
de ce numéro consacré au chêne-  
liège. Il nous vient d'Algérie  
et nous donne les résultats  
d'un essai de régénération par  
semis de glands, dans une forêt,  
proche de la frontière tunisienne  
que j'ai bien connu, il y a ...  
plus de 60 ans !  
Mais ceci est une autre histoire  
que je vous raconterais, peut-être  
un jour ... quand je serais,  
vraiment, à la retraite !***

**Guy BENOIT de COIGNAC**

## Introduction

La majorité des futaies de chêne-liège d'Algérie sont des peuplements ayant plus de 100 ans, et leur reconstitution devient impérative (ZERAÏA, 1981).

Déjà en 1952, Boudy constatait que cette essence se régénère mal, car les jeunes semis ne peuvent supporter la saison sèche plus de deux à trois ans et sont généralement détruits par les vents chauds de l'été, voire le surpâturage.

Le chêne-liège est une essence héliophile, xérophile, bien adaptée à la lutte contre l'évapotranspiration et thermophile. Il croît en plaine, mais surtout sur les coteaux et les montagnes.

L'état des forêts algériennes, d'une façon générale et, notamment, de celles de la Numidie orientale, est très préoccupant.

L'impact de plus en plus intense du surpâturage en forêt au cours de la dernière décennie, s'ajoutant à une succession d'années sèches, a profondément perturbé l'équilibre écologique de nombreuses forêts.

Sans oublier le réchauffement climatique mondial (LAVOREL & *al.*, 1998), qui, lié à la rareté des précipitations estivales caractérisant le climat méditerranéen, ne fera qu'accentuer l'effet du stress hydrique, qui constitue l'une des difficultés du renouvellement des subéraies, pourtant bien adaptées à ce climat.

Cette situation a rendu impossible toute régénération des essences forestières et nous nous trouvons devant de véritables forêts reliques, dont la reconstitution impose impérativement une action volontariste de l'Homme : au moins une mise en défens prolongée et, le plus souvent, le reboisement (QUÉZEL & *al.*, 1990).

Le semis direct s'avère le mieux adapté pour certaines essences à système racinaire pivotant, supportant mal la transplantation, tel que le chêne-liège. En plus, et contrairement à la reproduction végétative, le semis a l'avantage de favoriser la variabilité génétique. Cette hétérogénéité dans les génotypes est nécessaire au maintien et à la résistance de cette espèce à tous les aléas biotiques et abiotiques. Car, en plus de la saison sèche, les subéraies de cette région subissent une prédation importante des semences (glands). Cette prédation ne se limite pas aux rongeurs et aux sangliers, mais concerne aussi d'autres animaux domestiques (ovins, caprins et bovins) et sauvages (oiseaux, etc.), voire des Hommes, quand il s'agit de glands doux (ballotta). Cette prédation touche toutes les subéraies d'Algérie, notamment en Kabylie (MEROUANI & *al.*, 1996), ainsi que celles des autres pays du Maghreb : Tunisie (HASNAOUI, 1992) et Maroc (BELGHAZI & *al.*, 2001).

Les six traitements analysés dans notre étude sont des combinaisons des trois techniques suivantes : crochetage (ou non) du sol, pré-germination (ou non) du gland et décapitation

(ou non) des pivots. Dans la suite de cette étude, les traitements seront appelés par leur numéro (Tr.1, Tr.2 ... Tr.6), et les techniques par leur initiale (C, P, D).

## Matériels et méthodes

### Présentation de la zone d'étude

La Numidie orientale est la région d'Algérie qui a la Méditerranée pour limite septentrionale, et pour limite méridionale et orientale, les collines de l'Atlas Tellien, jouxtant, à l'est, la frontière algéro-tunisienne.

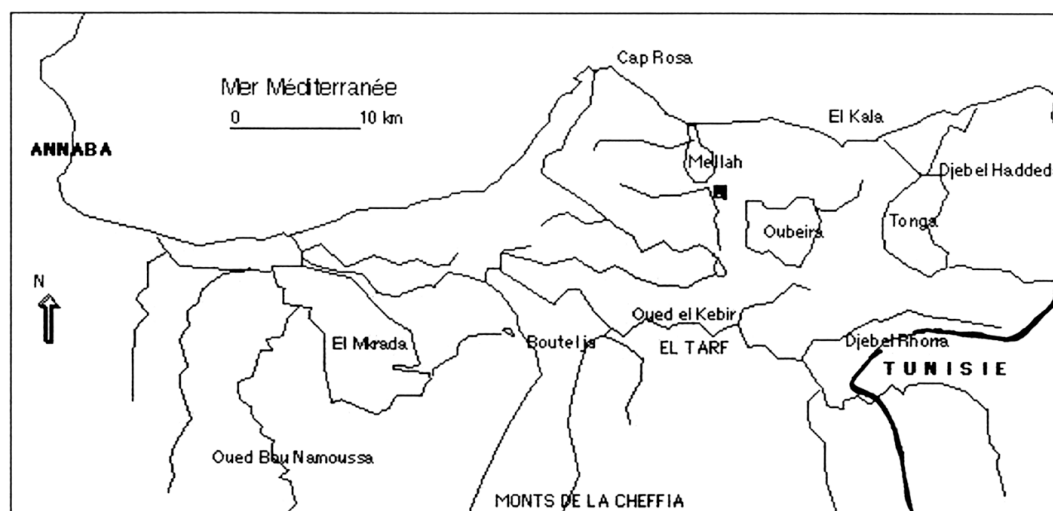
La parcelle d'étude est située dans le Parc animalier de Brabtia (subéraie du Ghoura), qui fait partie de la wilaya d'El Tarf. Ces forêts constituent la continuation de celles de la Kroumirie, à la frontière Nord-Ouest de la Tunisie (Cf. Fig. 1).

L'essai est installé à proximité des bureaux de l'administration du Parc, pour assurer le maximum de protection pour les semis.

La région est caractérisée par une pluviosité moyenne de 910 mm/an. Le maximum moyen mensuel est enregistré en décembre (156 mm) et le minimum durant le mois de juillet (4 mm).

L'humidité atmosphérique varie de 68% à 70 %.

**Fig. 1 :**  
Carte de situation de la zone d'étude (■)



**Tab. I :**  
Données climatiques de la période d'étude

Mois	F	M	A	M	J	Ju	A	S	O	N	D	J	F	M
P (mm)	73,7	68,8	99	110,7	6,5	19,2	0,4	2,4	89,4	82,7	237,7	40,7	42	81
T (° C)	11,6	12,6	14,6	18,1	22,2	22,1	25,5	24,6	20,3	16,7	13,4	11,3	10,5	12,2

Pendant la période d'expérimentation (février 1992 à mars 1993), la région d'El Kala (Cf. Fig. 1 et Tab. I) a reçu 831 mm de pluie. Décembre a été le mois le plus pluvieux avec 238 mm, et le mois d'août, le plus sec avec 0,4 mm.

Bien qu'en moyenne, la quantité totale de pluie tombée semble répondre aux besoins du chêne-liège, sa répartition mensuelle, typiquement méditerranéenne, la rend déficitaire, compte tenu de la sécheresse et de la très forte évapotranspiration estivales.

Quant à la température, elle a été de l'ordre de 17,7°C en moyenne. Août 92 a été le mois le plus chaud (25,5°C) et janvier 93, le plus frais (11,3°C).

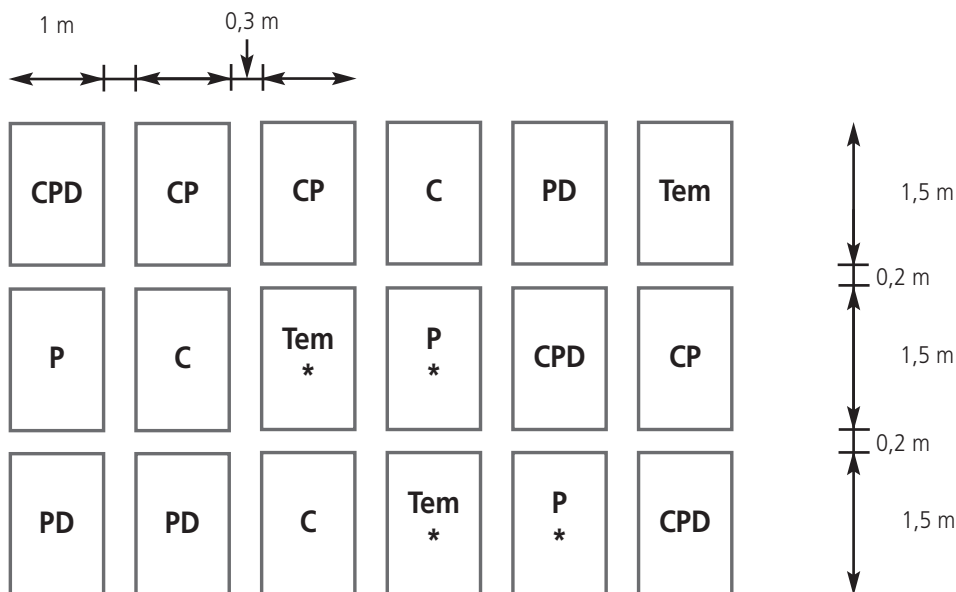
Le diagramme ombrothermique révèle que, dans la région, la saison sèche s'étale de la fin mai jusqu'à la mi-septembre, c'est-à-dire qu'elle dure près de quatre mois.

Enfin, en ce qui concerne le sol, la parcelle expérimentale est située sur un sol brun forestier, autrefois couvert de chêne-liège, ce qui permet d'écartier tout effet substrat et mycorrhization.

## Matériels

### Provenance des glands

Les glands sont ramassés sous des portes-graines choisis au sein même du Parc animalier, pour éviter l'effet "provenance" comme l'a suggéré Boudy (1952). Aussi, les glands à semer sont-ils issus de pieds-mères déjà bien adaptés aux conditions du site d'étude, évitant ainsi toute interférence avec l'effet des différents traitements utilisés.



**Tab. II :**  
Description  
des six traitements

Traitement	Crochetages	Pré-germination	Décapitation	
1	oui	oui	oui	CPD
2	oui	oui	non	CP
3	oui	non	non	C
4	non	oui	oui	PD
5	non	oui	non	P
6	non	non	non	Tem

Les glands triés, sains et frais (ils n'ont subi aucune conservation), ont un pouvoir germinatif de l'ordre de 86 %.

Tous les glands ont été légèrement enfouis pour les protéger de la dessiccation et des prédateurs. En effet, d'après Sondergaard (1991), un semis superficiel (non enfoui) donne un taux de réussite très faible (inférieur à 1%).

## Méthodes

### Description des six traitements

Pour l'étude, nous avons réalisé les combinaisons des trois techniques, résumées dans le tableau II.

#### Pré-germination (P)

La percée des enveloppes séminales par la radicule est adoptée comme critère de germination acquise.

Les glands destinés à la pré-germination ont été stratifiés dans un bac contenant du sable humide, sous serre (pour stimuler la germination).

C : crochetage  
P : pré-germination  
D : décapitation du pivot  
Tem : témoin

**Fig. 2 :**  
Dispositif expérimental  
(en bloc aléatoire).  
Les poquets contenant une étoile ont été sujets à une hydromorphie temporaire

### Décapitation du pivot (D)

Une fois le pivot sorti et à l'aide d'une lame, on enlève près de 5 mm de l'extrémité de la racine, à partir de la coiffe.

La décapitation induit une accumulation d'auxine dans la partie traumatisée, conduisant à une néoformation racinaire (AMIN & al., 1987), et l'apparition de plusieurs pivots de remplacement.

### Crochetage (C)

A l'aide d'une binette, le sol a été ameubli sur 20 cm de profondeur environ.

## Dispositif expérimental

(Cf. Fig. 2)

Pour chaque traitement, nous avons installé, aléatoirement, trois poquets (placettes de 1,5 x 1 m), où nous avons semé dans chacun d'eux 21 glands (soit, en tout, 63 semis pour chaque traitement).

Au total, nous avons donc semé 378 glands sur 18 poquets, le 3 février 1992.

Ce nombre peut sembler faible, mais il n'a pas été possible de faire mieux.

## Paramètres étudiés

– *Taux moyen de levée (%)* : le comptage de l'émergence des premières pousses a commencé à partir du 10 mars 1992 et a duré jusqu'au mois de juin 1992.

– *Hauteur moyenne (cm)* : c'est la moyenne, pour un traitement donné, des hauteurs de tous les plants ayant levé. Les mesures se faisaient toutes les quinze jours, jusqu'à la fin de la saison de végétation.

– *Taux de mortalité (%)* : c'est le rapport du nombre cumulé final des plants ayant levé puis étant morts, au nombre total de plants levés à la fin de la saison de végétation.

– *Circonférence moyenne au collet (cm)* : elle concerne 18 plants ayant levé, par traitement.

– *Nombre moyen de feuilles/plant (n)* : ce sont les feuilles apparues sur 18 plants ayant levé par traitement.

Dans ces deux derniers cas, les 18 x 6=108 plants ont été choisis parmi les plus beaux (lorsque ce nombre était disponible).

Enfin, pour la description du système racinaire, de la surface foliaire et de la teneur en chlorophylle, l'étude n'a concerné que six plants par traitement, soit 36 plants. Ce nombre est peu important, car le taux de mortalité a augmenté pendant la saison estivale, et c'est pourquoi nous n'avons pas soumis ces trois derniers paramètres à des tests statistiques.

## Étude statistique

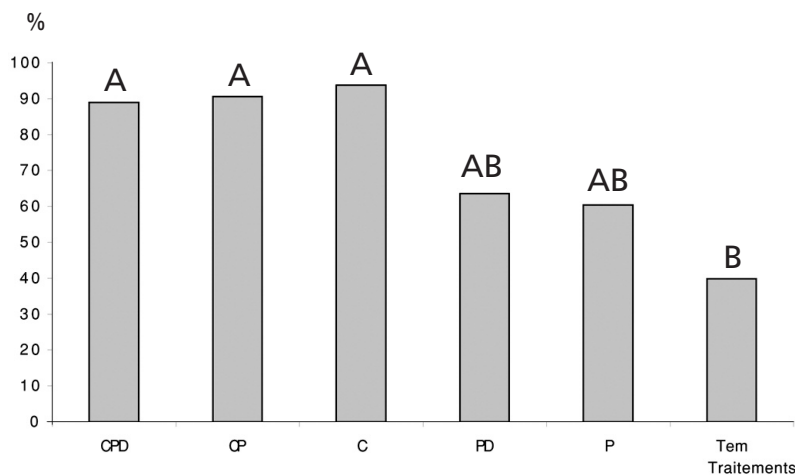
Pour comparer l'effet des différents traitements sur les paramètres pris en considération (la moyenne de levée, la croissance en hauteur, la moyenne de mortalité, la circonférence au collet, le nombre de feuilles/plant), nous avons utilisé l'analyse de la variance à un seul critère de classification (DAGNELIE, 1980). Puis, quand la comparaison est significative, on est passé au test de Newman et Keuls qui consiste en une comparaison des moyennes deux à deux et au groupage des moyennes non-significativement différentes. Ce test a l'avantage de permettre de comparer des moyennes d'effectifs différents. Si la valeur de F observé est supérieure à la valeur de F théorique, cela veut dire qu'il y a un effet significatif du traitement. Le degré de significativité du test : S=5%, TS=1% et THS=1‰, dépend de la valeur de F observée, comparée à la valeur F théorique correspondante.

## Résultats et discussion

### Taux de levée (Cf. Fig 3)

Le taux moyen de levée (%) a été déterminé à partir de la cinquième semaine après le semis (mars 92).

**Fig. 3 :**  
Taux moyen de levée/  
traitement des glands  
de chêne-liège  
(avec le test de N&K)



La levée des glands de chêne-liège s'est étalée sur plus de quatre mois. Le nombre des plants levés et la période de levée varient d'un traitement à l'autre : premières levées, début mars pour tous les traitements sauf, pour le témoin (Tr.6), plus tardif (début avril) ; fin des levées hétérogène, fin mai pour le Tr.1, fin juin pour les Tr. 2, 3 & 5, enfin, pour les Tr.4 & 6, les derniers glands ont levé vers la mi-juillet.

L'analyse de variance à un seul critère de classification révèle l'existence de différences très hautement significatives (seuil 0,1%) entre certains traitements. La comparaison des moyennes, deux à deux, (test de Newman et Keuls), révèle l'existence de deux groupes A & B qui se chevauchent :

- le premier groupe A englobe les trois traitements : Tr.3 (93,6 %), Tr.2 (90,5 %) et Tr.1 (88,9 %), où il y a eu crochetage, les traitements subis par les glands n'ayant eu aucun effet notable (NS), mais ils sont rejoints (AB) par les deux traitements : Tr.4 (60,3%) et Tr.5 (63,5%), où le sol n'a pas été crocheté, mais où les glands ont subi l'un ou les deux traitements ;

- le second groupe B concerne le Tr.6 (39,7%), où il n'existe aucun traitement ni pour les glands ni pour le sol, mais, lui aussi, n'est pas significativement différent des Tr.4 & 5 (AB).

Notons cependant que le Tr.6 a dépassé (grâce au léger enfouissement des glands), les prédictions de Sondergaard qui l'estimait à 1%.

A la lumière de ces résultats, il apparaît clairement que le crochetage du sol est très favorable à la levée, d'ailleurs, Kadik (1987) a trouvé les mêmes résultats avec le pin d'Alep. Cependant, l'effet préjudiciable du non-crochetage du sol observé sur le Tr.6 semble relativement compensé (NS) par la pré-germination et la décapitation du pivot, puisque les Tr.4 & 5 ne sont pas significativement différents des trois premiers ni du dernier.

Néanmoins, en toute rigueur statistique, seul le crochetage est significativement efficace sur le taux de levée, les divers conditionnements des glands n'y apportant, ni avec, ni sans crochetage, aucune amélioration significative.

### **Croissance aérienne (Cf. Fig 4)**

Elle suit la même évolution que celle du taux de levée.

La croissance maximale a été enregistrée chez les Tr.1, 2 et 3, où le sol a été crocheté, par contre, dans les autres traitements, l'absence de crochetage est nettement compensée par la décapitation du pivot qui engendre la formation de pivots de remplacement. Ces pivots permettent une meilleure prospection du sol superficiel et par conséquent un meilleur approvisionnement en eau et en éléments minéraux, tant que les horizons supérieurs sont bien alimentés en eau.

Le test statistique s'est révélé très hautement significatif (seuil 0,1%). La comparaison des moyennes deux à deux a révélé l'existence de trois groupes distincts :

- le groupe A concerne encore, indistinctement, les trois traitements 3, 1 et 2, où le sol a été crocheté avec, respectivement : 26,17 cm quand le gland est resté intact, 26 cm quand le gland est pré-germé et décapité, et 25,71 cm quand le gland est seulement pré-germé ; cependant ils sont rejoints (AB) par le Tr.4 (PD), avec 23,63 cm, pourtant non crocheté.

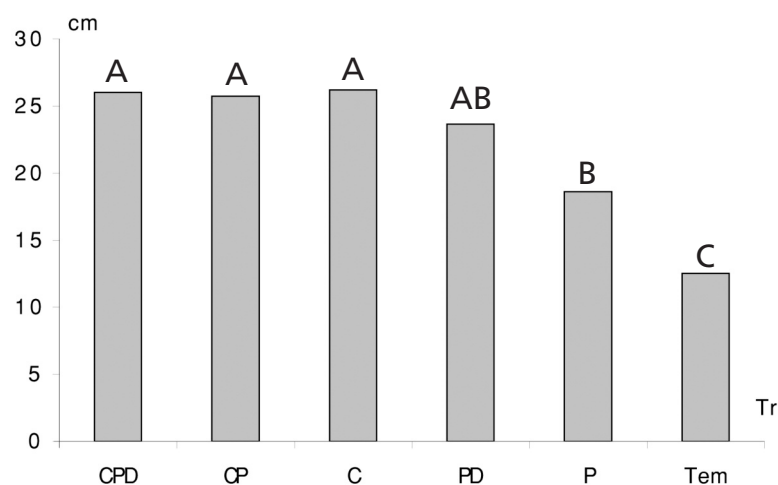
Pour les deux derniers traitements en sol non crocheté, chacun d'eux a constitué un groupe significativement distinct :

- le groupe B, le Tr.5 avec 18,60 cm pour le gland seulement pré-germé, ainsi que le Tr.4 (AB ci-dessus) ;

- et le groupe C, le Tr.6 avec 12,51 cm pour le gland intact.

Notons enfin que les Tr.4 & 5 ne sont pas significativement différents l'un de l'autre (AB & B), ce qui ne permet pas, comme pour les Tr.1 & 2, d'affirmer l'efficacité de la décapitation des pivots sur la croissance des plants.

**Fig. 4 :** Moyenne de croissance par traitement (en fin de cycle) des glands de chêne-liège ayant levé (avec le test de N&K).





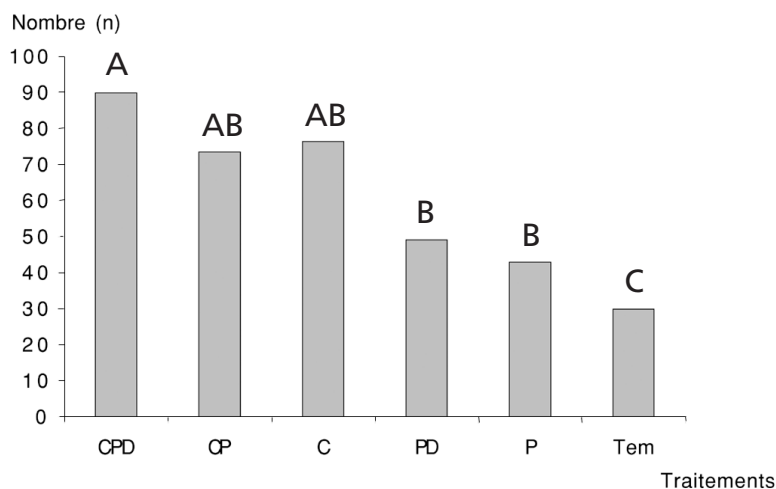
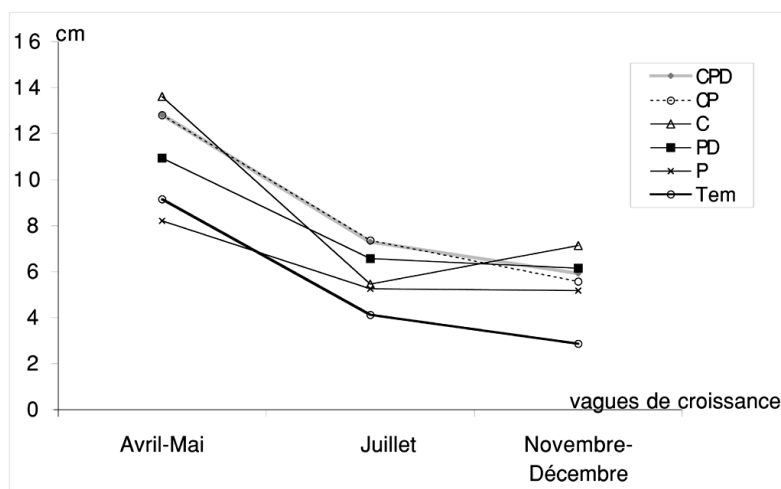
Le rythme de croissance a été assez comparable dans les différents traitements. Pendant une année de végétation, nous avons pu recenser trois vagues de croissance ou "flushs". Elles se manifestent, respectivement, pendant la période allant d'avril à mai pour la première, de fin juin à fin juillet pour la deuxième et, enfin, le troisième "flushing" a eu lieu de fin octobre à fin décembre 92.

Le nombre de « trois » vagues de croissance est expliqué par les conditions climatiques qui caractérisent cette zone d'étude située sur le littoral ; dans les stations plus continentales ce nombre est limité à deux (ALATOU, 1984).

Il faut signaler que l'accroissement moyen, par traitement et par vague de croissance, régresse d'un "flushing" à un autre, sauf pour le Tr.3 où l'accroissement, pendant la troisième vague de croissance, est supérieur à celui de la deuxième (Cf. Fig. 5) et que le début et la fin des "flushs" ne sont pas identiques pour tous les individus, voire pour ceux d'un même traitement.

**Fig. 5 (ci-dessous) :**  
Accroissement moyen par traitement et par vague de croissance

**Fig. 6 (en bas) :**  
Nombre moyen des feuilles par plant et par traitement (avec le test de N&K)



En effet, le chêne-liège présente une première phase très active en avril-mai, consécutive au débournement des bourgeons ; puis, un ralentissement est observé en mai, allant jusqu'à l'arrêt complet de croissance, ce qui permet à la plante de parfaire l'édification de ses structures et d'accumuler les matériaux nécessaires à une nouvelle reprise vigoureuse de la croissance en juin.

La date de débournement a été très étalée. Le retard du débournement végétatif chez certains individus pourrait avoir une origine génétique, car ce phénomène a été observé également sur le cèdre de l'Atlas par Fallour (1998).

### Nombre de feuilles par plant (Cf. Fig. 6)

La même logique a caractérisé ce paramètre qui est un bon indicateur des capacités assimilatrices de la plante et de sa production en biomasse. Le test statistique a été très significatif (1%) et le test de Newman et Keuls a révélé l'existence de trois groupes distincts :

- le premier groupe A, concerne encore les trois traitements caractérisés par le crocheteage du sol : Tr.1 (A), avec pré-germination et décapitation du pivot (90 feuilles/plant) ; ainsi que les deux autres traitements (AB) où le sol a été crochete, le Tr.2, avec pré-germination (73 feuilles/plant) et le Tr.3, glands intacts (76 feuilles/plant) ;

- le deuxième groupe B, comprend, en plus des Tr.2&3 (AB) ci-dessus, les traitements (B) où, en absence de crocheteage, le gland a subi une pré-germination accompagnée ou non d'une décapitation du pivot : Tr.4 (PD) 49,10 feuilles/plant et Tr.5 (P) 42,91 feuilles/plant) ;

- le troisième et dernier groupe C, n'a concerné que le Tr.6 (Tem) où le sol n'a pas été travaillé et où les glands sont restés intacts (30 feuilles/plant).

Pour le nombre de feuilles/plant, on observe donc, ici encore, un effet important du crocheteage du sol, mais, sur les poquets non crochetés, il apparaît une différence significative entre glands pré-germés et glands intacts, alors que la décapitation n'apporte toujours aucune amélioration (NS). En revanche, sur les poquets crochetés, aucun traitement des glands n'apparaît significativement efficace.

## Circonférence au collet (Cf. Fig 7)

Le test statistique concernant ce paramètre a été à peine significatif (seuil 5%) et les traitements se sont répartis en deux groupes distincts A&B, très inégaux, où le Tr.3 (sol croché, gland intact) a constitué un groupe à part, A, avec une moyenne de 2,07 cm de circonférence, et tous les autres traitements, dans l'ordre suivant : 1, 2, 4, 5 et 6, ont formé le deuxième groupe B, avec respectivement : 2,01 cm ; 1,91 cm ; 1,83 cm ; 1,75 cm et 1,56 cm. Cela semble un peu paradoxal, mais il faut savoir qu'il est très rare que l'on trouve des différences significatives sur les circonférences au collet, avec aussi peu (18 par Tr.) de si jeunes plants.

## Taux de mortalité

Ce paramètre suit logiquement une cinétique inverse des autres paramètres, à savoir que les traitements qui engendrent les meilleurs scores dans la levée, la hauteur, etc. présentent les moyennes de mortalité les plus faibles (Cf. Fig. 8).

Le test statistique n'a été que significatif (seuil 5%) et le test de Newman et Keuls n'a dégagé que deux groupes A et B.

– Ainsi, dans le groupe A, le Tr.3 (crochetage seul) enregistre le taux de mortalité le plus faible (3,39 %), suivi par les traitements 1 et 2 (8,93 % et 10,53 %) qui, en AB, ne diffèrent même plus des Tr.4 & 5, sans crochetage.

– En sol non croché le taux de mortalité a été plus important, notamment pour le Tr.6 (Tem.) avec 56 %, qui est le seul qui diffère significativement (B) du Tr.3 (C). Les deux autres Tr. 4 & 5 (pré-germés) semblent compenser quelque peu ce handicap, puisque, avec 22,5% et 52,63%, ils ne sont même plus différents (AB) des Tr.1 & 2, crochés. Notons que le Tr.4 (pivots décapités) a présenté avec 22,5%, un résultat intermédiaire entre les Tr.3 & 5, mais, malheureusement, non significatif.

Il faut signaler aussi que, pour les poquets correspondant aux Tr. 5 & 6 (Cf. Fig. 2), il y a eu un problème d'hydromorphie temporaire qui a contribué à l'augmentation du nombre des plants morts. En effet, les semis craignent la stagnation d'eau (BECKER & LEVY, 1983)

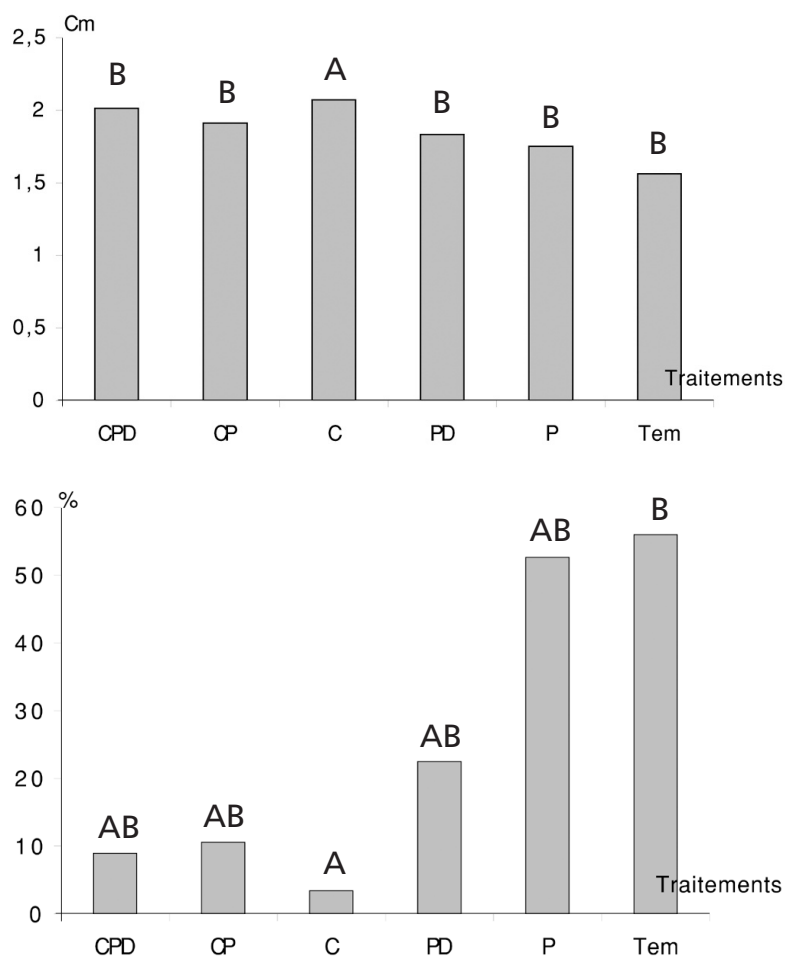
## Observations complémentaires

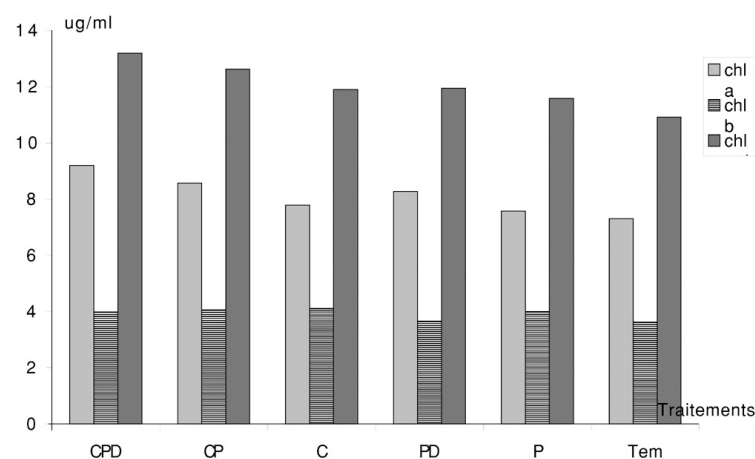
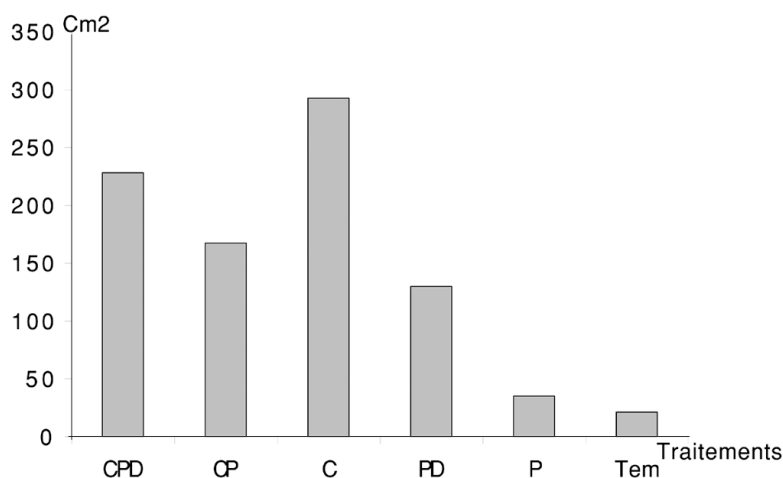
Après 14 mois d'étude, nous avons sacrifié six plants de chaque traitement (soit 36 plants) pour estimer la surface foliaire, la teneur en chlorophylle, puis la longueur du système racinaire, sa morphologie, et le rapport entre la matière sèche du système aérien et celle du système souterrain. Les observations sur le feuillage : estimation de la surface foliaire et dosage de la chlorophylle ont été réalisées en juillet 92. Le déterrage des plants s'est fait d'une manière très méticuleuse car nous avons déterré les systèmes racinaires, racine par racine, puis nous les avons lavés pour faire disparaître la terre adhérente. Ensuite, nous avons procédé à l'observation du système racinaire, et enfin, après dessiccation à l'étuve, à la pesée des deux parties aérienne et souterraine, séparément.

Ces observations ont été très intéressantes, mais l'analyse statistique des résultats n'a pas pu être réalisée, vu la faiblesse des effectifs.

**Fig. 7 (ci-dessous) :**  
Circonférence moyenne au collet par plant et par traitement (avec le test de N&K)

**Fig. 8 (en bas) :**  
Taux de mortalité par traitement (avec le test de N&K)





**Fig. 9 (en haut) :**  
Surface foliaire moyenne  
par plant  
et par traitement

**Fig. 10 (ci-dessus) :**  
Teneur moyenne  
en chlorophylle  
des feuilles issues  
des différents traitements

### Surface foliaire / plant (Cf. Fig 9)

Ce paramètre peut renseigner sur l'état de l'activité photosynthétique et transpiratoire. Elle s'est favorablement exprimée chez les traitements où le sol a été croché : Tr.3 (C) 292,5 cm<sup>2</sup>/plant, les pivots décapités Tr.2 (PD) 228 cm<sup>2</sup>/plant et les glands pré-germés Tr.3 (P) 167,34 cm<sup>2</sup>/ plant. Dans les traitements où le sol n'a pas été croché, la décapitation Tr.4 (PD) semble être bénéfique pour ce paramètre (129 cm<sup>2</sup>/plant). Par contre, pour la pré-germination seule, Tr.5 (P), et pour les plants issus de glands intacts, Tr.6 (Tem), les résultats ont été très médiocres (34,96 et 21,08 cm<sup>2</sup>/plant).

### Teneur en chlorophylle (Cf. Fig 10)

Le système racinaire à plusieurs pivots semble permettre d'améliorer l'absorption hydrique et minérale ce qui se répercute favorablement sur l'efficacité photosynthétique. Nous l'avons constaté en déterminant la teneur en chlorophylle durant la deuxième vague de croissance (juillet 92).

Cette teneur en chlorophylle est relativement plus importante chez les plants issus de glands à pivots décapités (Tr.1&4). Mais, si on tient compte du nombre de feuilles/plant et de la surface foliaire/plant, les individus issus de glands intacts semblent être, globalement, les plus efficaces quant à ce paramètre.

### Croissance racinaire

Il est important de mettre l'accent sur la croissance racinaire, surtout lorsqu'on sait que le chêne-liège est une essence qui favorise, au début de son développement, la croissance racinaire aux dépens de la croissance aérienne.

Nous avons donc mesuré la longueur du système racinaire, c'est-à-dire la longueur de la partie qui s'enfonce le plus profondément dans le sol, que ce soit le pivot ou une racine secondaire.

En cas de déficit hydrique modéré, le système de surface suffira à assurer l'alimentation en eau, alors qu'en cas de fort déficit, c'est l'ensemble du système racinaire qui participerait à l'absorption (BADOT & al. 1994) et, lorsque l'eau du sol superficiel sera épuisée, c'est la longueur de ce système racinaire profond, et lui seul, qui permettra l'absorption hydrique et minérale indispensable à la survie.

L'observation des systèmes racinaires de certains plants ayant subi les différents traitements (Cf. Tab. II) indique clairement que la longueur importante du système racinaire traduit l'existence d'un stress hydrique dans les horizons superficiels. En effet, plus le sol est meuble, plus le pivot, ainsi que les racines secondaires sont courts, et plus le nombre de ces dernières est important.

Les semis engendrés par des glands non pré-germés et dont le sol n'a pas été travaillé (Tem) sont à l'origine des racines les plus longues (40 cm), mais aussi les plus tortillées.

Le travail du sol, quel que soit l'état du gland semé, favorise la rhizogénèse ; par contre, en sol non croché, la décapitation provoque presque le même effet.

Les ramifications secondaires sont donc nombreuses chez les traitements où il y a eu croché, ce qui laisse à penser que le croché du sol favorise le développement de la masse racinaire secondaire (Cf. Photos 1 et 2) ; car il permet l'ameublissement du sol et ainsi, rend l'eau du sol de surface plus



facilement disponible. Ceci concorde avec les travaux de Riedacker (1976) et confirme que, quand l'eau est disponible, ce sont les racines latérales qui se développent au détriment du pivot, mais, en cas de sécheresse, c'est l'inverse.

Le nombre des pivots de remplacement et leur circonférence sont positivement influencés par le crochetaje du sol.

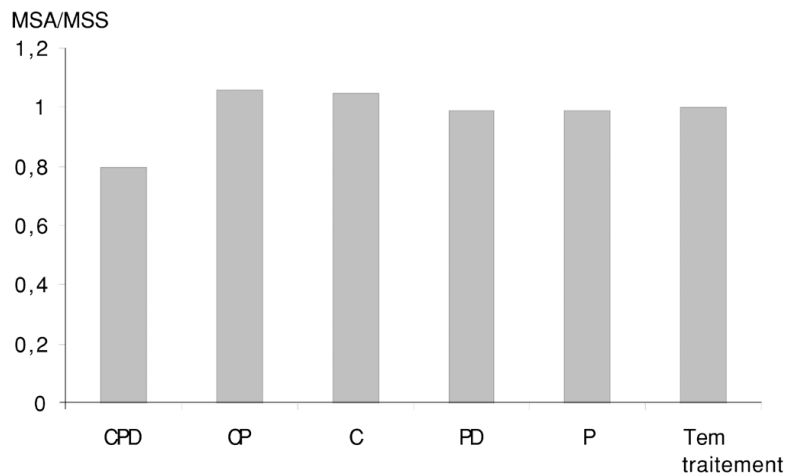
### Rapport : matière sèche aérienne/matière sèche souterraine (Cf. Fig 11)

Ce paramètre peut donner une idée sur le lieu de stockage des produits issus de la photosynthèse d'une part et d'estimer la qualité de la nutrition minérale d'autre part, sous l'influence des différents traitements.

Pour cela, nous avons déterminé d'abord, le poids de matière sèche des deux parties, aérienne et souterraine, puis nous avons calculé le rapport entre ces deux valeurs.

Le crochetaje accompagné d'une pré-germination génère le meilleur rapport (MSA/MSR = 1,06) car les glands pré-germés prennent de l'avance sur les glands intacts (1,05). Ceux-ci, à leur tour, entament leur croissance avant les glands décapités (0,8) qui ont besoin d'une période de cicatrisation, puis de néoformation racinaire.

Mais, vu l'importance du système racinaire pour les essences forestières en général, et le chêne-liège en particulier, le Tr.1 (CPD)



**Fig. 11 :** Rapport de la matière sèche aérienne/la matière sèche souterraine.

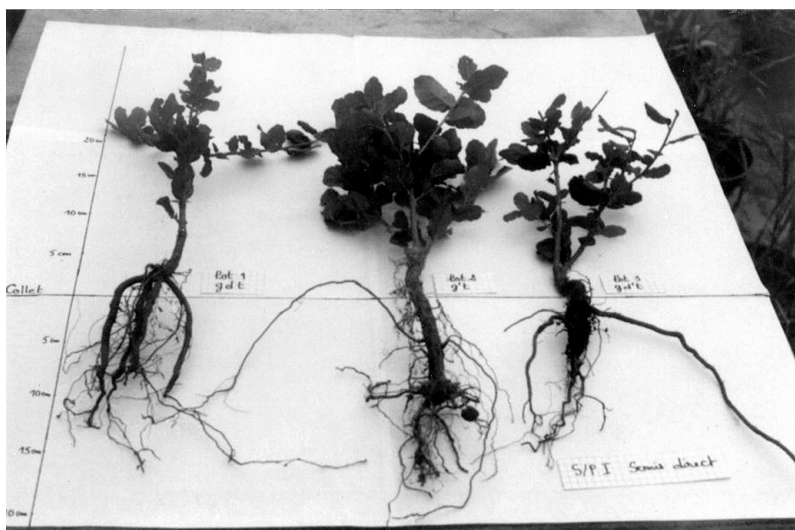
semble générer le meilleur rapport pour le système souterrain (0,8), qui pourrait engendrer ultérieurement, un bon développement pour les plants de chêne-liège.

En sol non travaillé, les glands intacts rencontrent plus de difficultés à se développer dans un substrat peu pénétrable, mais un équilibre parfait s'installe entre les deux systèmes (1,00). Les deux autres traitements présentent sensiblement le même résultat (0,99).

Vu le nombre restreint d'échantillons utilisés, les résultats obtenus pour les trois derniers paramètres doivent être pris avec précaution et ne peuvent être utilisés que comme des valeurs comparatives ou des éléments d'hypothèses à vérifier. Elles peuvent, tout de même, confirmer les résultats précé-

Traitement	Nombre moyen de pivots de remplacement/plant	Description du système racinaire
CPD	5,5	Les pivots de remplacement sont épais semblables au pivot initial et ont la même direction (orthogéotropique), les racines secondaires sont nombreuses et mesurent jusqu'à 19 cm de long, leur direction est plagiogéotropique.
CP	-	Pivot unique, très épais et assez court, les racines secondaires mesurent jusqu'à 26 cm de long.
C	-	Pivot unique, très épais (jusqu'à 2,5 cm de circonférence), les racines secondaires sont nombreuses mesurant jusqu'à 20 cm de long.
PD	4	Pivots d'épaisseur moyenne, les racines secondaires sont nombreuses mesurant jusqu'à 19 cm de long.
P	-	Pivot unique, peu de racines secondaires, mais elles sont très longues et peuvent aller jusqu'à 29 cm de long.
Tem	-	Pivot unique assez épais, les racines secondaires sont peu nombreuses, parfois tortillées et mesurent jusqu'à 40 cm de long.

**Tab. II :** Morphologie des systèmes racinaires des plants ayant subi les différents traitements



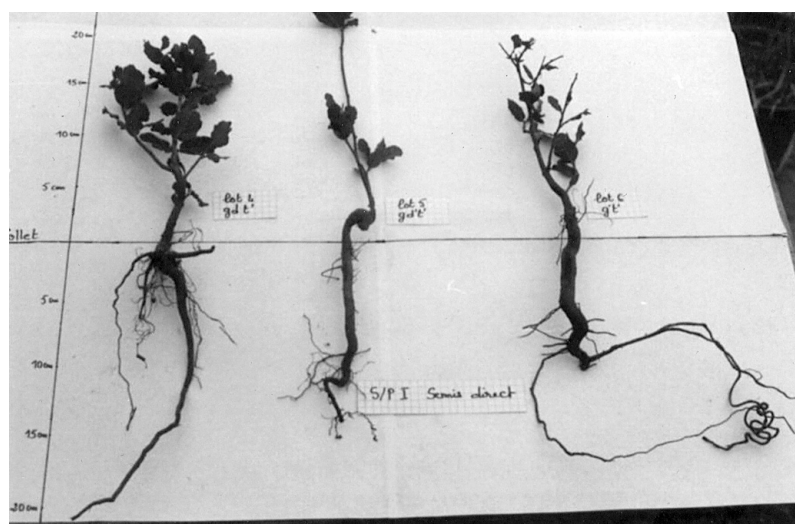
**Photo 1 :**

Effet du crochetage sur le développement du système racinaire, de gauche à droite :  
 Traitement 1 : sol crocheté + glands pré-germés décapités.

Traitement 3 : sol crocheté + glands intacts.

Traitement 2 : sol crocheté + glands pré-germés.

Photo S. Bennadja



**Photo 2 :**

Effet du sol non crocheté sur le développement du système racinaire.

Lot 4 = Traitement 4 : sol non crocheté + glands pré-germés décapités

Lot 5 = Traitement 5 : sol non crocheté + glands pré-germés

Lot 6 = Traitement 6 : sol non crocheté + glands intacts

Photo S. Bennadja

dents. En effet, le crochetage à lui seul, suffit à donner les meilleurs résultats pour la plupart des paramètres.

## Conclusion

La régénération naturelle du chêne-liège, dans la Numidie orientale, reste très aléatoire, c'est pourquoi le recours à la régénération artificielle est la seule solution pour protéger cette essence en voie de disparition dans cette région.

Dans un pays comme l'Algérie, où l'intérêt que l'on porte au secteur des forêts est très modeste par rapport aux autres pays méditerranéens en général, il serait judicieux de mettre au point des procédés de régénération artificielle, peu coûteux et surtout très fiables.

Le semis direct reste la technique la plus intéressante, surtout pour le chêne-liège qui présente une diversité en nombre d'allèles par population faible et une forte homogénéité entre peuplements.

Cet état génétique semble résulter essentiellement de l'action de l'Homme par la plus grande fréquence des incendies, par la sélection empirique des arbres pour la qualité du liège et donc par une dissémination de glandées présentant une base génétique restreinte (TOUMI, 1998).

C'est pourquoi, en conditions difficiles (incendies, surpâturage, sécheresse, maladies...), cet appauvrissement génétique contribue à la mal-adaptation des populations vis-à-vis des modifications, à long terme, de l'environnement.

Notre étude a pu montrer clairement qu'un simple crochetage du sol avant le semis, donne des résultats très encourageants.

La pré-germination et décapitation du pivot semblent améliorer l'absorption hydrique et minérale pendant les premières années du développement qui constituent, chez les chênes, une étape limitante. Celle-ci détermine, en grande partie, la répartition ultérieure de l'espèce (VUILLEMIN, 1982) et peut atténuer, aussi faible soit-elle, l'effet de l'absence du crochetage sur la reprise du chêne-liège.

En effet, le volume du système racinaire se répercute favorablement sur le facteur hydrique qui joue en région méditerranéenne

Traitements	Dates des mesures	CPD	CP	C	PD	P	Tem	
Taux de levée (%)	Début mars - fin juin 92	98,9	90,5	93,6	60,3	63,5	39,7	
Hauteur moyenne (cm)	Fin mai 92 - fin janvier 1993	26,0	25,71	26,2	23,63	18,6	12,51	
Accroissement moyen par vague de croissance (cm)	Avril-mai 1992	1 <sup>er</sup> flush	12,81	12,8	13,6	10,93	8,2	9,14
	Juillet 92	2 <sup>e</sup> flush	7,28	7,35	5,45	6,56	5,24	4,11
	Novembre-décembre 92	3 <sup>e</sup> flush	5,91	5,56	7,12	6,14	5,16	2,85
Nombre de feuilles/plant (n)	Fin janvier 1993	89,83	73,48	76,4	49,1	42,91	29,83	
Circonférence au collet (cm)	Fin janvier 1993	2,01	1,91	2,07	1,83	1,75	1,56	
Taux de mortalité (%)	Mars 1993	8,93	10,53	3,39	22,5	52,63	56	
Surface foliaire moyenne/plant/traitement (cm <sup>2</sup> )	Juillet 1992	228	167,3	293	129,9	34,96	21,08	
Teneur moyenne en chlorophylle (ug/ml)	Juillet 1992	chl a	9,2	8,57	7,79	8,28	7,58	7,3
		chl b	3,99	4,06	4,11	3,66	4	3,62
		chl a + b	13,19	12,63	11,9	11,94	11,58	10,92
Rapport MSA/MSS	MSA/MSS (sans unité)	0,8	1,06	1,05	0,99	0,99	1	

un rôle déterminant au plan de la levée, de la survie et de la croissance chez les chênes.

Il serait, toutefois, intéressant de connaître l'effet de la décapitation sur les stades ultérieurs de développement où le chêne devra répondre aux conditions trophiques les plus profondes du sol. En effet, ce sont les seules à pouvoir subvenir aux besoins des arbres en saison sèche, lorsque les réserves hydriques superficielles sont épuisées.

Néanmoins, sans proscrire totalement le pâturage, il est certain qu'on ne pourra pas rénover le potentiel sylvatique du pays, tant qu'une mise en défens concertée ne pourra être obtenue, car le pâturage s'avère inconciliable avec tout essai de régénération forestière.

**S.B., G.d.B., A.C.**

## Références bibliographiques

Alatou D., 1984. Facteurs physiologiques de la concurrence interspécifique du chêne-liège et du chêne zéen. Thèse de magister. Univ de Constantine. 123 p.

Amin T., Beissalah Y., El Hajzein & Neville P., 1987. Variations de la régénération du pivot de jeunes plants de chêne vert (*Quercus ilex* L.) après divers traumatismes. *Ecol med.* Tome XIII, Fasc 14/2. pp 61-76.

Badot P.M., Lucot E & Bruckert S., 1994. L'humidité du sol en profondeur constitue, en milieu de journée, la principale source de variation du potentiel hydrique foliaire de peuplements chêne (*Quercus* sp.). C.R.Acad. Sci Paris, *Sciences de la Vie/Life Sciences*, 1994 ; 317 : 341-5.

Barbero M. & Quezel P., 1995. Desertification, desertisation, aridification in the mediterranean region and "global changes". Functioning and dynamics of natural and perturbed ecosystems - D Bellan, G. Bonin, C Emig, Eds pp 549-569.

Becker M. & Levy G. 1983. Installation et dynamique d'une population de semis de chêne en milieu hydromorphe sous l'influence de divers facteurs (lumière, régime hydrique, compétition herbacée) ; *Acta Oecologica ; Oecol Plant*, Vol 4(18), n°3, 299-317.

Belghazi B, Ezzahiri M, Amhajar M & Benziane M., 2001. Régénération artificielle du chêne-liège dans la forêt de la Maâmora (Maroc). *Forêt méditerranéenne*. T. XXII, n° 3, pp 253-261.

Boudy P., 1952. *Guide du forestier en Afrique du Nord*. Edition la maison rustique. Paris. 489 pages.

Dagnelie P., 1980. Théorie et méthodes statistiques, vol 2, *Collection presses agronomiques de Gembloux*, 463 p.

Fallour D., 1998. Evolution et structuration spatiale de la diversité du cèdre de l'atlas sur le petit Luberon : approches écologiques, dendroécologique et génétique. Doctorat. Univ d'aix Marseille III. 223 p.

Hasnaoui B., 1992. Chênaies du Nord de la Tunisie, écologie et régénération. Thèse de doctorat d'état Es sciences naturelles. Université de Provence. Aix Marseille I. 202 pages.

Kadik B., 1987. Contribution à l'étude du pin d'alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie, écologie, dendrométrie, morphologie. Thèse d'état, O.P.U, Alger, 580 p.

Lamond M., 1978. Péricarpe et cinétique de germination des glands de chêne pédonculé. *Ann. Sci. forest.*, 35(3), 203-212.

### Tab. III :

Tableau récapitulatif de tous les résultats obtenus

Salima BENNADJA  
Azzedine CHEFROUR  
Maîtres assistants,  
Laboratoire de botanique médicale,  
Faculté de Médecine,  
Université de Badji Mokhtar. B.P. 205,  
Annaba  
Algérie  
Mél : sali-mab2@yahoo.fr

Gérard de BELAIR  
Maître de conférence,  
Chef du Laboratoire de recherche sur les zones humides (L.R.Z.H), Université Badji Mokhtar, Annaba Algérie

- Lavorel S., Canadell J., Rambal S & Terradas J., 1998. Mediterranean terrestrial ecosystems: research priorities on global change effects. *Global. Ecol. Biogeogr. Letters*, 7: 157-166.
- Merouani H., Acherar M. & Istanbouli A., 1996. Recherche de quelques contraintes biotiques et abiotiques à la régénération naturelle du chêne-liège : *Quercus suber* L. Séminaire méditerranéen sur la régénération des forêts de chêne-liège, Tabarka (Tunisie) INRGRF/DGF. PP 225-243.
- Quezel P., Barbero M. & Loisel R., 1990. Les reboisements en région méditerranéenne. Incidences biologiques et économiques. *Forêt méditerranéenne*. Tome XII .n° 2. septembre 1990.
- Riedacker A., 1976. Rythmes de croissance et de régénération des racines des végétaux ligneux, *Ann. Sci. forest.*, 33(3), 109-138.
- Riedacker A. & Poda U., 1977. Les systèmes racinaires de jeunes plants de Hêtre et de Chêne 1-Modification de leur morphogenèse par décapitation d'extrémités de racines et conséquences pratiques. *Ann. Sci. Forest.*, 34(2), 111-135.
- Sondergaard P., 1991. Essai de semis du Chêne-liège, *Quercus suber* L., dans la forêt de Bab Azhar, une subéraie de montagne au Maroc. *Ann. Rech. For. Maroc*, 1991, T(25), 16-29.
- Toumi L & Lumaret R., 1998. Allozyme variation in cork oak (*Quercus suber* L.) : the role of phylogeography and genetic introgression by other Mediterranean oak species and human activities. *Theor Appl Genet* (1998) 97: 647-656.
- Vuillemin J., 1982. Ecophysiologie comparée du développement initial de *Quercus pubescens* Willd. et *Quercus ilex* L. I / Développement des semis in situ, *Ecologia mediterranea*. Tome VIII (fasc 3 ). 139-146.
- Zeraïa, L. 1981. Essai d'interprétation comparative des données des forêts de chêne-liège de Provence cristalline (France méridionale) et d'Algérie. Thèse de doct. Univ de Marseille III. 367 p.

## Résumé

La régénération naturelle du chêne-liège par semis, se heurte à de nombreux problèmes aussi bien biotiques qu'abiotiques. Des essais de semis «in situ» ont été effectués pour tester l'efficacité de certaines techniques, sous les conditions climatiques de la Numidie orientale. Nous avons pris en considération entre autres, les travaux de Riedacker et Poda (1977) sur le changement de la morphologie du système racinaire de certaines essences forestières à enracinement pivotant.

Les résultats que nous avons obtenus ont été très concluants, à savoir : le crochetage du sol est primordial pour la réussite du semis direct de chêne-liège et qu'en son absence, la pré-germination des glands et, à un moindre titre, la décapitation du pivot, avant la mise en terre, peuvent s'avérer assez bénéfiques.

Mots clés : *Quercus suber* L, semis direct, crochetage, pré-germination, décapitation du pivot.

## Summary

### Trials for renewing cork oak stands by deliberate seeding in Eastern Numidia

The natural regeneration of the cork oak by seeding comes up against many problems both biotic and abiotic. Seeding "in situ" has been done to test the efficiency of certain techniques under the climatic conditions of Eastern Numidia. The work of Riedacker and Poda (1977), among many others, has been taken into consideration. It highlights the morphology of certain pivot root systems of forest species. The results have been very conclusive: light hoeing of soil is vital for the success of the seeding; and the amputation of the pivot improves the rate of germination and the quality of plantations.

Key-words: *Quercus suber* L, direct seeding, pre-germination, pivot amputation

## Riassunto

La rigenerazione naturale del sughero con semina, si urta a molti problemi tanto biotici che abiotici. Prove di semina "in situ" sono state effettuate per provare l'efficacia di alcune tecniche, sotto le condizioni climatiche della Numidia orientale. Abbiamo preso in considerazione tra l'altro, i lavori di Riedacker e Poda (1977) sul cambiamento della morfologia del sistema delle radici di alcune essenze forestali dal radicamento a fittone.

I risultati che abbiamo ottenuto sono stati molto conclusivi, cioè, lo scasso del suolo è primordiale per il successo della semina diretta del sughero e nella sua assenza, la pregerminazione delle ghiande e a un titolo minore, la decapitazione del perno, prima della messa in terra, risulta molto benefica.

Parole chiave: *Quercus suber* L, semina diretta, crochetage, pre-germinazione, decapitazione del perno.