

# Installer des semis de chênes dans les pinèdes à pin d'Alep en phase de renouvellement

par Bernard PRÉVOSTO, Christian RIPERT, Yogan MONNIER, Willy MARTIN, Aminata N'DIAYE et Roland ESTÈVE

***Les peuplements mélangés possèdent de nombreux avantages, dont celui de présenter une meilleure résilience face à des perturbations telles que les incendies, mais aussi les perturbations climatiques. La phase de régénération naturelle, avec plusieurs essences, représente donc une étape clé dans la vie du peuplement et pour son avenir. Cette étude décrit l'installation de glands dans une pinède en cours de renouvellement, selon divers traitements du sol et de la végétation.***

## Introduction

La phase de régénération naturelle représente une étape clé dans la vie du peuplement et offre pour le gestionnaire, l'opportunité d'influer sur la composition future du peuplement. L'obtention d'une régénération avec plusieurs essences est souvent à recommander, car les peuplements mélangés présentent plusieurs avantages par rapport aux peuplements monospécifiques. Ils offrent une résistance plus forte aux attaques parasitaires (JACTEL *et al.*, 2006), ils sont susceptibles d'héberger une diversité plus large et, surtout, ils permettent d'obtenir une meilleure résilience en réponse à de nombreuses perturbations, en particulier l'incendie. Ainsi en zone méditerranéenne, le mélange pin/chêne a souvent été mis en avant (en Espagne en particulier : PAUSAS *et al.*, 2004 ; VALLEJO *et al.*, 2006), car il permet d'allier la croissance rapide du pin à la résilience du chêne rejetant de souche après passage du feu.

La dynamique naturelle des pinèdes conduit à l'installation du chêne (BARBÉRO *et al.*, 1990), mais c'est un processus à la fois long et aléatoire, car dépendant de nombreux facteurs tels que la présence de semenciers de chêne dans l'environnement, leur éloignement, la présence et l'abondance des vecteurs (le geai en particulier). Si bien que des pinèdes matures ne peuvent contenir que peu de tiges de chêne et donc ne permettent qu'un faible mélange lors de la régénération. Il est alors possible d'intervenir lors de la phase de renouvellement pour enrichir la régénération par l'installation artificielle de chênes.

Dans cet article, nous présentons les résultats d'une expérimentation conduite dans une pinède mature, dans laquelle des travaux du sol ont été conduits afin de favoriser la régénération naturelle du pin (cf. article dans *Forêt Méditerranéenne* de 2009, de PRÉVOSTO *et al.*). Néanmoins,

afin de permettre une diversification de la régénération, des semis de chêne vert (*Quercus ilex*) et de chêne blanc (*Quercus pubescens*) y ont été réalisés. Nos objectifs étaient de quantifier la réussite de ces semis effectués selon plusieurs modalités, de déterminer les facteurs qui influaient sur la survie des plantules de chêne et enfin de comparer le taux de réussite des deux espèces de chêne.

## Matériel et méthode

### Le dispositif expérimental

Le dispositif est installé dans une pinède à pin d'Alep de 90 ans environ, localisée sur la commune de Barbentane (Bouches-du-Rhône) près d'Avignon, dans la zone de la montagnette (altitude : 95 à 115 m), sur un sol calcaire peu épais de type rendzine. Le climat est caractéristique de la zone méso méditerranéenne avec une pluviométrie moyenne de 674 mm et une température moyenne de 14,2 °C. Au cours de l'expérimentation (2005-2008), les déficits pluviométriques ont été marqués en 2006 (517 mm) et en 2007 (389 mm), alors que 2008 a été une année humide (904 mm).

La pinède a été éclaircie durant l'hiver 2003-2004 (surface terrière = 20 m<sup>2</sup>/ha, densité = 210 tiges/ha, hauteur moyenne = 13 m) et différents traitements du sol et de la végétation ont été appliqués en 2004 et répliqués sur des placeaux de 14×14 m disposés selon 4 blocs. Les 5 traitements ont été : le broyage mécanique de la végétation, le broyage suivi d'un crochetage simple (selon une direction) ou double (deux directions perpendiculaires), le brûlage dirigé et le témoin. Chaque traitement a été réalisé soit en présence de réma-

nents d'exploitation répartis de façon homogène sur la parcelle, soit en leur absence. Ainsi le brûlage dirigé a-t-il conduit à un feu intense en présence de rémanents et à un feu de faible intensité en leur absence (combustion incomplète de la végétation au sol). Des détails supplémentaires sur cette expérimentation destinée à tester différents traitements pour la régénération naturelle du pin d'Alep sont disponibles dans l'article de PRÉVOSTO *et al.* (2009).

### Mise en place des semis de chêne

Des glands de chêne vert et blanc ont été récoltés aux mois d'octobre 2005 et 2006 en utilisant plusieurs semenciers sur différents sites proches du dispositif et localisés dans des conditions stationnelles comparables. La récolte des glands de chêne blanc a été plus problématique, car les semenciers sont moins nombreux que ceux de chêne vert et leur fructification plus irrégulière. Après récolte, les glands ont été triés par flottaison et contrôle visuel, puis conservés dans un endroit frais jusqu'à leur mise en terre.

En novembre 2005, les glands récoltés en octobre ont été mis en terre par paquet de trois glands (= poquet). 800 poquets ont été installés, pour moitié avec du chêne vert et moitié avec du chêne blanc en incluant les glands dans un petit chausson métallique (Cf. Photos 1) formé par un grillage (10 cm × 10 cm, maille de 0,6 cm, roulé sur lui-même). Les grillages ont été préalablement laissés pendant 24 heures dans une solution d'acide dilué afin de favoriser leur corrosion. Les chaussons ont ensuite été disposés à 2 ou 3 cm sous la surface du sol, juste

#### Photos 1 :

Les semis de glands sont disposés dans un chausson constitué d'un grillage corrodable et glissés sous la litière (gauche). Avec ce système nous avons observé des dégâts par les rongeurs capables d'extraire le chausson, voire de le transporter et de consommer les glands à travers le grillage (photo de droite).



sous la litière. Malgré la protection, nous avons constaté qu'au printemps suivant 17% des chaussons avaient été extraits du sol par des petits rongeurs et les glands partiellement consommés à travers le grillage (poquets qui ont été exclus de l'étude, cf. photos 1).

En novembre 2006, nous avons à nouveau installé 800 poquets à 1 m des précédents, mais les trois glands ont été déposés dans un trou (10 cm de côté et 4 cm de profondeur), recouverts de terre (2 cm) avant de disposer le grillage (mêmes dimensions que précédemment) mais à plat puis recouvert à nouveau avec de la terre (Cf. Photos 2). Avec ce système (ALEXANDRIAN, 1979), nous n'avons constaté aucune prédation.

Pour les deux mises en place (2005 et 2006), les poquets ont été distribués à raison de 10 emplacements dans chacun des 10 traitements et dans les 4 blocs (total de 1600 poquets).

Précisons que les chênes blancs ont été semés pré-germés pour les deux campagnes, à la différence des chênes verts beaucoup plus tardifs.

### **Le comptage des semis**

Nous avons effectué le comptage des semis pour chaque poquet à différentes dates : juin 2006, juin 2007, juin 2008, février 2009. Il est important de noter qu'à une date donnée un semis peut être apparemment mort (feuilles et tige sèches) mais qu'à la date suivante un rejet réapparaisse : dans ce cas le semis est comptabilisé dans la catégorie « vivant ».

Lors des comptages, la composition de la surface du sol a été notée en plaçant un cer-

cle de 25 cm de rayon centré sur le poquet. La proportion de sol nu, d'herbacées et de ligneux bas a été déterminée en utilisant les classes de recouvrement de Braun Blanquet : 1 présence ; 2 < 5% ; 3 = [5-25%[ ; 4 = [25-50%[ ; 5 = [50-75%[ ; 6 = [75-100%[.

## **Résultats et discussion**

### **Emergence des semis**

L'émergence des semis, calculée sur le nombre de plantules apparues (les "pillés" ayant été exclus), a eu lieu le printemps suivant l'installation. L'émergence du chêne blanc a eu lieu environ 3 ou 4 semaines avant celle du chêne vert. Il y a eu un total de 669 plantules de chêne blanc et 564 plantules de chêne vert apparues pour les poquets de 2005, soit respectivement 63% et 61% des glands. Pour les poquets de 2006, l'émergence a été meilleure et nous avons dénombré 934 plantules de chêne blanc (78% des glands) et 839 plantules de chêne vert (70 % des glands).

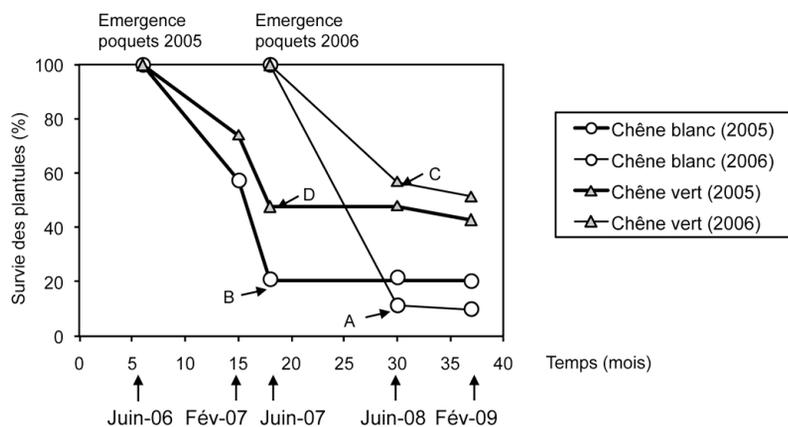
En revanche, nous n'avons pas trouvé de différences significatives d'émergence entre les différents traitements du sol et de la végétation. En effet, les glands ont été mis en place directement dans le sol pour tous les traitements ce qui a eu pour effet de minimiser fortement l'influence de facteurs comme une végétation dense ou une litière épaisse qui, dans les conditions naturelles (glands reposant sur la surface), peuvent faire obstacle au contact de la graine avec le sol et donc limiter la germination (TONIOLI *et al.*, 2001).

Enfin, il faut souligner la nécessité de préserver les glands des rongeurs (pas de san-

### **Photos 2 :**

Les glands sont disposés dans des pots de quelques cm de profondeur (gauche) puis recouverts de terre. Une grille métallique est mise à plat (photo de droite) puis à nouveau recouverte d'un peu de terre. Avec ce système, il n'y a pas eu de prédation par les rongeurs.





**Fig. 1 (ci-dessus) :** Evolution de la survie des plantules à différentes dates. A l'émergence (en juin 2006 pour le semis de 2005 et en juin 2007 pour le semis 2006) 100% des plantules apparues sont vivantes. Les lettres pour le chêne blanc (A,B) et pour le chêne vert (C,D) indiquent les survies 1 an après l'émergence, voir également les commentaires dans le texte.

**Fig. 2 (ci-dessous) :** Nombre moyen de plantules par poquet (de 0 à 3) au printemps suivant le passage de la première saison sèche (juin 2006 pour les poquets 2005 et juin 2007 pour les poquets 2006) en fonction des traitements du sol. Les traitements sont : Témoïn ; Feu (brûlage), Broy. (broyage mécanique) ; Croch. (broyage + crochetage simple) ; Croch2. (broyage + crochetage double). La lettre R indique la présence de rémanents couvrant le sol avant le traitement (Feu\_R : brûlage intense). Les lettres indiquent les différences statistiques entre les traitements ( $P < 0,05$ , test de Nemenyi) pour le chêne vert.

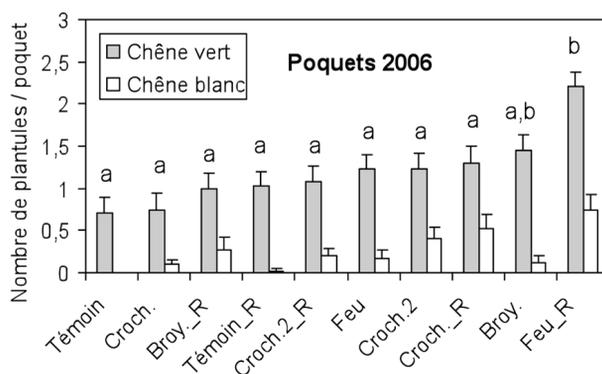
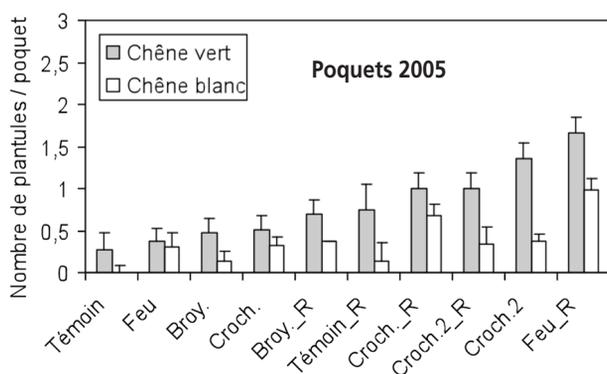
gliers dans notre zone d'étude) en les enfouissant et en les protégeant à l'aide d'un grillage (ALEXANDRIAN, 1979). Dans le cas contraire, des études précédentes ont montré la très forte prédation des glands : GÓMEZ (2004) note un taux de prédation de 88% sur les glands de chêne vert disposés en surface, de 64% pour ceux enfouis à 1-3 cm ; PÉREZ-RAMOS et MARAÑÓN (2008) reportent plus de 90% de prédation pour des glands de *Quercus canariensis* et *Quercus suber* disposés en surface également.

### Evolution de la survie des semis au cours du temps

La survie est définie comme le pourcentage de plantules survivantes au cours du temps à partir de l'émergence (= 100% des

plantules vivantes) ; son évolution est représentée sur la figure 1. La survie des chênes pour les deux années décroît fortement après la première saison sèche. Celle-ci est d'ailleurs fréquemment citée comme un des verrous principaux à la régénération des ligneux dans les zones méditerranéennes. Le taux de survie du chêne blanc est nettement inférieur à celui du chêne vert, à la fois pour les poquets de l'automne 2005 (respectivement 21% et 48%, points B et D de la figure 1) et pour ceux de l'automne 2006 (11% et 57% points A et C de la figure 1). Il s'agit d'une réponse attendue qui s'explique d'abord par la moindre adaptation du chêne blanc aux conditions climatiques prévalant dans la zone méso méditerranéenne, ensuite par des conditions stationnelles défavorables (sol peu épais ici).

Il est surprenant de constater que la survie au bout d'un an est meilleure pour le chêne vert et plus faible pour le chêne blanc installés en automne 2006, en comparaison de ceux installés en automne 2005. Les années qui suivent la mise en place des poquets ont été plus sèches que la normale : 517 mm pour 2006 et 389 mm pour 2007. La plus forte mortalité du chêne blanc durant l'été 2007 (pour les semis 2006, point A) que durant l'été 2006 (semis 2005, point B) peut s'expliquer par la pluviométrie annuelle plus faible, car la tolérance à la sécheresse de cette essence est plus faible que celle du chêne vert. A l'inverse la survie du chêne vert a été plus forte après l'été 2007 (semis 2006, point C) qu'après l'été 2006 (semis 2005, point D). En effet, malgré une pluviométrie totale (2007) plus faible, le printemps et le début de l'été ont été plus humides en 2007 qu'en 2006 (respectivement 212 mm et 70 mm de mars à juin) ce qui a pu permettre au chêne vert de mieux développer son système racinaire et donc d'améliorer sa capacité à s'alimenter en profondeur durant l'été.



## Impact des traitements sur la survie

Les traitements du sol et de la végétation ont eu un impact sur la survie des semis pour les deux années de mise en place des poquets (Cf. Fig. 2). Le brûlage dirigé intense (avec présence des rémanents avant le brûlage) s'avère être le traitement le plus efficace pour la survie des deux chênes pour les deux années. En revanche, les autres traitements présentent une réponse variable entre les deux années et entre les chênes.

En analysant le rôle joué par l'environnement local de chaque poquet sur la survie des plantules, il apparaît que la couverture des herbacées a un rôle déterminant : la survie est d'autant plus forte que le couvert des herbacées est faible (Cf. Fig. 3).

Dans notre expérimentation, la couverture herbacée est dominée par le brachypode rameux (*Brachypodium retusum*) une espèce connue pour exercer une forte compétition sur les semis ligneux, sa capacité de régénération après perturbation grâce à son système souterrain développé (rhizomes) et son efficacité dans l'utilisation de l'eau dans le sol (CATURLA *et al.*, 2000 ; CLARY *et al.*, 2004 ; DE LUIS *et al.*, 2004). Les traitements réalisés au printemps 2005 ont éliminé cette graminée, mais de façon très temporaire, et seul le brûlage intense a réussi à endommager suffisamment la partie souterraine de la plante et à limiter plus durablement sa repousse, ce qui explique la meilleure performance de ce type de traitement sur la survie des chênes. A l'inverse les traitements tels que le broyage ou le feu de faible intensité n'ont agi que sur la partie aérienne et n'ont pas pu empêcher la repousse rapide de l'espèce. De la même façon, les traitements avec scarification ont divisé la plante sans la supprimer totalement.

## Conclusion

Cette étude avait pour but de tester l'intérêt de l'installation artificielle de glands dans une pinède en cours de renouvellement dans laquelle divers traitements du sol et de la végétation avaient été réalisés. Elle a mis en évidence les points suivants :

- une bonne émergence des glands mis en place dans des poquets à condition que ceux-ci soient correctement protégés contre les rongeurs (grillage à plat),

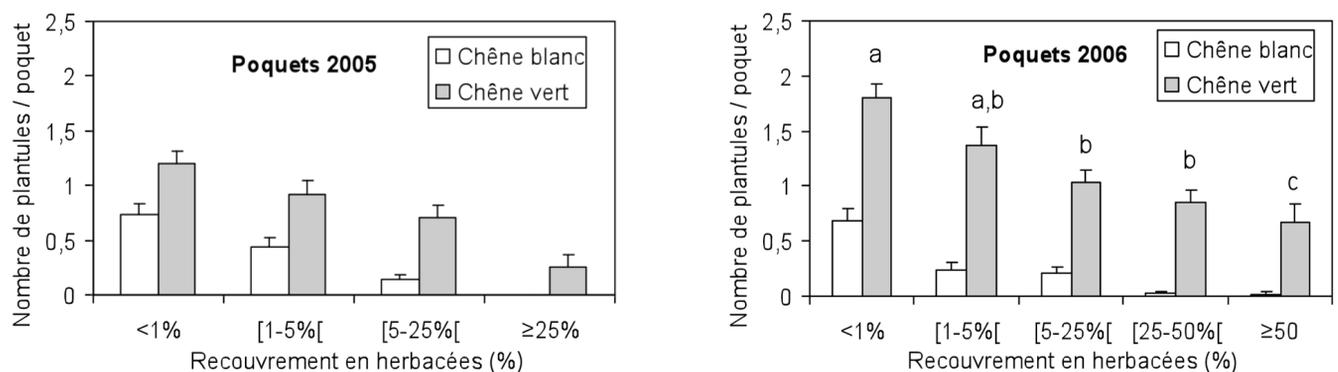
- une survie initiale qui est fortement conditionnée par le passage de la première saison estivale avec un taux de survie du chêne vert nettement supérieur à celui du chêne blanc,

- un effet des traitements de la végétation et du sol, en particulier pour le brûlage dirigé intense, plus favorable à la survie des plantules, et un fort effet de l'environnement local autour des plantules dont la survie diminue avec l'augmentation du couvert du brachypode rameux.

La technique du semis direct est probablement moins efficace que l'installation de plants en containers, à la fois en termes de survie et de croissance (SARDIN *et al.*, 2001). Cependant, elle présente l'intérêt d'être peu onéreuse, rapide et moins contraignante dans sa mise en œuvre. Elle mérite donc d'être envisagée dans les opérations d'enrichissement qui peuvent avoir lieu lors de la régénération des peuplements.

Bernard PRÉVOSTO  
Christian RIPERT  
Yogan MONNIER  
Willy MARTIN  
Aminata N'DIAYE  
Roland ESTÈVE  
Cemagref  
Unité de recherche  
« Écosystèmes  
forestiers  
méditerranéens  
et risques »  
3275 route Cézanne  
CS 40061  
13182 Aix-en-  
Provence cedex 5

**Fig. 3 (ci-dessous) :**  
Nombre moyen de plantules par poquet après le passage de la première saison estivale en fonction du recouvrement herbacé en classes (le couvert herbacé est dominé par le brachypode rameux). Chaque classe comporte un minimum de 40 valeurs. Les lettres indiquent les différences statistiques ( $P < 0,05$ , test de Nemenyi).



## Remerciements

Cette étude a bénéficié du soutien financier de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Les auteurs remercient l'Office national des forêts, en particulier Sébastien Bataille, et la commune de Barbentane pour leur aide.

## Bibliographie

- Alexandrian D., 1979. Les reboisements en chênes méditerranéens. *Bull. Tech. ONF*, n°10 : 17-30.
- Barbéro M., Quézel P., Loisel R., 1990. Les apports de la phytocécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *For. Médit.* XXII : 194-215.
- Caturla R.N., Raventós J., Guàrdia R., Vallejo V.R., 2000. Early post-fire regeneration dynamics of *Brachypodium retusum* Pers. (Beauv.) in old fields of the Valencia region (Eastern Spain). *Acta Oecol.* 21 : 1-12.
- Clary J., Savé R., Biel C., De Herralde F., 2004. Water relations in competitive interactions of Mediterranean grasses and shrubs. *Ann. Appl. Biol.* 144 : 149-155.
- De Luis M., Raventós J., Cortina J., Gonzalez-Hidalgo J.C., Sánchez J.R., 2004. Fire and torrential rainfall: effects on the perennial grass *Brachypodium retusum*. *Plant Ecol.* 173 : 225-232.
- Gómez J., 2004. Importance of microhabitat and acorn burial on *Quercus ilex* early recruitment: non-additive effects on multiple demographic processes. *Plant Ecology* 172 : 287-297.
- Jactel H., Menassieu P., Vetillard F., Gaulier A., Samalens J.C., Brockerhoff E.G., 2006. Tree species diversity reduces the invasibility of maritime pine stands by the bark scale, *Matsucoccus feytaudi* (Homoptera : Margarodidae). *Can. J. For. Res.* 36 : 314-323.
- Pausas J.G., Ouadah N., Ferran T., Gimeno T., Vallejo R. 2003. Fire severity and seedling establishment in *Pinus halepensis* woodlands, eastern Iberian Peninsula. *Plant Ecol.* 169 : 205-213.
- Pérez-Ramos I., Marañón T., 2008. Factors affecting post-dispersal seed predation in two coexisting oak species: Microhabitat, burial and exclusion of large herbivores. *For. Ecol. Manage.*, 255 : 3506-3514.
- Prévosto B., Ripert C., Favand G., Lopez J.M., Estève R., Martin W., N'Diaye A., 2009. Régénération du pin d'Alep en Basse Provence. Impacts des traitements du sol, de la végétation et des rémanents. *For. Médit.*, XXX(1) : 3-12.
- Sardin T., Bourdenet P., Argillier C., 2001. Amélioration des techniques de reconstitution en espèces feuillues de la forêt méditerranéenne. *Rev. For. Fr.*, LIII (5) : 542-556.
- Tonioli M., Escarré J., Lepart J., 2001. Facilitation and competition affecting the regeneration of *Quercus pubescens* Willd. *Ecoscience* 8 : 381-391.
- Vallejo R., Aronson J., Pausas G., Cortina J., 2006. *Restoration of Mediterranean woodlands*. In : Van Andel J., Aronson J. (eds) "Restoration ecology: the new frontier". Blackwell Science, Oxford, UK, pp. 193-209.

## Résumé

Cette étude a pour objectif de réaliser une introduction de semis feuillus dans les pinèdes en phase de renouvellement. Sur un dispositif expérimental, constitué d'une pinède dans laquelle différents traitements de la végétation et du sol ont été conduits, nous avons introduit lors de deux années consécutives, 1600 poquets de trois glands, constitués pour moitié par du chêne blanc (*Quercus pubescens*) et pour moitié par du chêne vert (*Quercus ilex*). Nous avons ensuite analysé l'émergence et la survie des plantules de chêne à différentes dates.

Les résultats ont montré une bonne émergence des plantules lorsque les glands ont été correctement enfouis dans le sol et protégés contre les rongeurs. La mortalité a été particulièrement forte lors du passage de la première saison sèche et la survie du chêne blanc a été très inférieure à celle du chêne vert. Les traitements ont eu un impact sur la survie, avec en particulier une meilleure survie pour le traitement avec le brûlage dirigé intense pour les deux chênes et les deux années d'introduction. Les conditions micro-locales autour des plantules, induites par les traitements, jouent un rôle déterminant dans la survie. Ainsi la couverture herbacée, dominée par le brachypode rameux, s'avère être très défavorable à la survie des chênes.

La technique d'introduction de semis mérite d'être considérée pour des opérations d'enrichissement lors de la régénération des peuplements.

## Summary

### Sowing acorns to establish oak trees in Aleppo stands undergoing renewal

The aim of this study is to introduce oak species in Aleppo pine stands in the process of being regenerated. In a mature pine stand whose soil and vegetation had been subjected to various treatments, 1600 spots were sown with three acorns each in two consecutive years. Half of the spots were given over to deciduous downy oak (*Quercus pubescens*) and half to holm oak (*Quercus ilex*). Emergence and survival were recorded at different dates.

Emergence was very good when the acorns were correctly buried and protected from damage by small rodents. Seedling mortality greatly increased during the summer season and the downy oak survived much less successfully than the holm oak. Survival was also influenced by the different treatments and in both years intense controlled burning proved to be the most favourable treatment for the two species. Micro-local conditions around the seedlings induced by the treatments played a major role in survival rates. In particular, grass cover (mainly *Brachypodium retusum*) proved to be highly unfavourable to seedling survival.

We consider that the introduction of oaks by planting acorns should be envisaged in regenerating Mediterranean pine stands.