

Semer les chênes méditerranéens *Quercus ilex*, *Quercus pubescens* : pourquoi, comment et avec quelle réussite ?

par Bernard PRÉVOSTO, José A. REQUE, Christian RIPERT, Jordane GAVINET, Roland ESTÈVE, Jean-Michel LOPEZ et Fabien GUERRA

Le semis de glands de chêne est une pratique très ancienne en région méditerranéenne. Elle a cependant été souvent abandonnée au profit de la plantation. Dans cet article, les auteurs font le point sur cette technique délaissée et la revisite à la lumière des récentes expérimentations qui ont été conduites dans le sud-est de la France et le nord de l'Espagne.

Il existe quelques 500 espèces de chêne dans le monde, qui peuplent une grande diversité de milieux, plus particulièrement en Amérique du Nord, Europe et ouest de l'Asie. Les gestionnaires privilégient la régénération naturelle pour renouveler les peuplements mais utilisent aussi la régénération artificielle notamment pour la restauration de peuplements dégradés ou d'afforestations de terres agricoles. Déjà durant la période romaine, des agronomes tels que Cato, Varro ou Columella recommandaient la technique du semis direct pour la régénération de la *Glandaria silva*. Cette méthode a d'ailleurs été très largement utilisée en Europe méditerranéenne pour la régénération artificielle des chênes jusqu'au début du XX^e siècle. Ainsi, dans son traité de sylviculture sur le chêne vert de 1879, Regimbeau notait que « *de tous les procédés de repeuplements, le semis est le plus naturel, le plus simple, le plus économique, le plus sûr et conséquemment le plus pratique* ». Par la suite, elle a été remplacée largement par la plantation. Actuellement, on constate un certain regain d'intérêt pour le semis direct pratiqué dans des habitats variés à travers le monde : forêts alluviales dans le sud-est des Etats-Unis (ALLEN *et al.*, 2004 ; DEY *et al.*, 2007), forêts des pentes de l'Himalaya (THADANI, 2008), forêts du nord de l'Europe (MADSEN et LÖLF, 2005) ou système sylvo-pastoral du sud de l'Espagne (LEIVA *et al.*, 2013) pour ne citer que quelques exemples.

	Semis	Plantation
Installation	<ul style="list-style-type: none"> - Coût faible en général (si graines facilement disponibles). - Date du semis plus flexible. - Mise en place très facile. 	<ul style="list-style-type: none"> - Méthode plus coûteuse : production du plant, transport, plantation... - Fenêtre temporelle plus étroite. - Mise en place plus difficile en particulier sur les sols superficiels à forte pierrosité.
Survie et croissance	<ul style="list-style-type: none"> - Survie initiale plus faible : sensibilité forte de la plantule aux risques biotiques (prédation, compétition) et abiotiques (stress hydrique, températures extrêmes...). - Plantules survivantes plus adaptées aux conditions environnementales. <ul style="list-style-type: none"> - Développement optimal du système racinaire. - Croissance initiale plus faible en général (compétition par la végétation en particulier). 	<ul style="list-style-type: none"> - Survie plus forte : meilleure résistance et résilience du plant qui possède de plus grandes réserves. - Crise de transplantation. - Moins bon développement du système racinaire (pivot). - Croissance plus rapide.
Risques sanitaires	<ul style="list-style-type: none"> - Prédation des glands par les petits rongeurs. - Prédation des glands par les sangliers. - Problèmes phytosanitaires réduits. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de dégâts par ce type de prédation. - Un tel risque n'existe pas mais les sangliers attirés par le substrat de plantation peuvent déchausser les plants. - Transmission possible de maladies durant l'élevage en pépinière (par exemple <i>Phytophthora</i>).

Tab. I (ci-dessus) :
Comparaison entre le semis et la plantation.

Photos 1 (ci-dessous) :
La plantation nécessite des travaux importants et une organisation rigoureuse (a).
Le semis au contraire est une opération plus légère et plus souple (b).
Photos C. Ripert.



Dans cet article nous présentons les avantages mais aussi les limites du recours à la technique du semis direct pour les deux espèces de chêne les plus répandues dans le sud de la France, le chêne blanc (*Quercus pubescens*) et le chêne vert (*Quercus ilex*). Nous rappelons ensuite les principales étapes de cette méthode et les facteurs biotiques et abiotiques à prendre en compte pour la réussite du semis.

Semer ou planter ?

La constitution d'un peuplement de chêne peut se faire par introduction de glands (semis) ou de plants (plantation). Chacune de ces deux techniques présente des avantages et des limites (Cf. Tab. I). La plantation présente l'avantage d'une croissance plus rapide des jeunes arbres mais ceux-ci doivent surmonter au préalable une crise de transplantation liée au passage des conditions de pépinière aux conditions du milieu naturel. C'est une technique coûteuse : une préparation du sol est souvent nécessaire, il convient d'utiliser des plants en godets d'un volume suffisant (minimum 1L), la mise en place nécessite plus de moyens. Le semis au contraire est une solution généralement économique et rapide pour l'installation des plants (Cf. Photos 1).

Un gros avantage du semis est le développement sans contrainte du système racinaire et la mise en place d'un pivot qui atteindra plusieurs mètres de long au cours de la vie de l'arbre et permettra son alimentation en eau. Récemment, des chercheurs étudiant l'impact de sécheresses sur le développement



de chênes pédonculés (*Quercus robur*) adultes en milieu tempéré, ont montré clairement que les individus issus de plants, dont le pivot avait été coupé en pépinière, présentent un système racinaire moins profond et une croissance plus faible (ZADWORNY *et al.*, 2014). A l'inverse, les chercheurs ont constaté que les individus issus de semis présentent des pivots pénétrant plus profondément dans le sol ce qui leur assure un meilleur accès à l'eau et une croissance plus stable lors des épisodes secs. Le développement du système aérien des plantules est en revanche souvent plus lent et celles-ci sont plus fragiles les premières années car, contrairement au plant introduit, les plantules ne bénéficient que de réserves limitées. Le recours au semis direct est souvent utilisé pour un enrichissement de peuplement, pour compléter une régénération naturelle trop éparse ou pour réaliser une opération de restauration en particulier dans les terrains difficiles. Plus récemment, la diversification des peuplements monospécifiques à pin d'Alep (*Pinus halepensis*) par semis direct a été reconnue comme une technique viable pour augmenter la résilience des forêts (PRÉVOSTO *et al.* 2010, 2011).

Récolter et conserver les glands

Où récolter les glands ?

La fructification des chênes est très variable d'un individu à l'autre et dans le temps avec la présence de pics de production de glands certaines années. L'observation de la fructification des chênes adultes en fin d'été



Photos 2 :

Récolte des glands par gaulage (a, chêne blanc) ou directement sur l'arbre (b, chêne vert) en ne sélectionnant que les glands qui sont à maturité se détachant facilement de la cupule (c, chêne vert).

Photos C. Ripert.

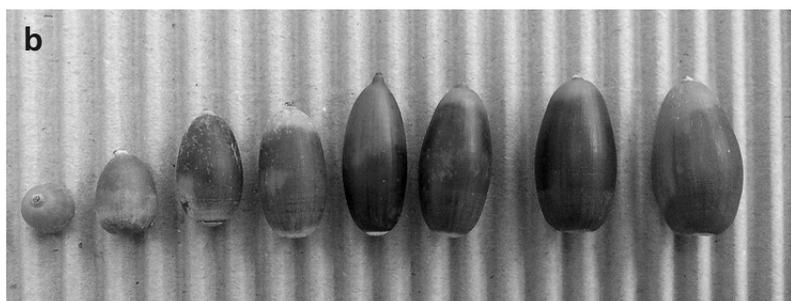
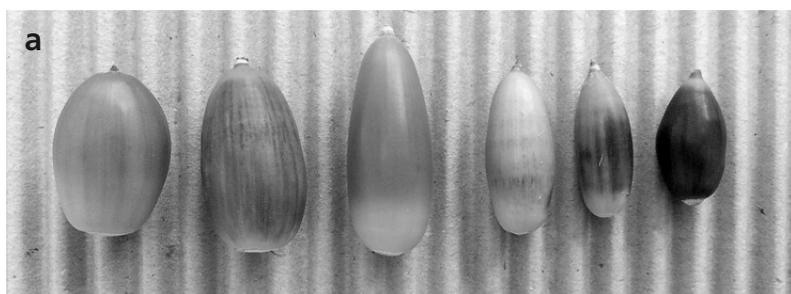
permet de connaître s'il s'agit d'une « bonne » ou d'une « mauvaise année » pour la récolte.

Le choix des sites de récolte et des arbres doit s'appuyer sur quelques critères simples :

- choisir des semenciers géographiquement proches du site à ensemençer et dans des situations écologiques similaires en particulier pour l'altitude, la géologie (roche calcaire ou acide) et les conditions d'alimentation en eau (par exemple en évitant les fonds de vallon ou ripisylves !),
- récolter sur plusieurs sites si possible et sur plusieurs arbres dans chaque site : cela permet d'assurer une diversification génétique des semences,
- prendre des glands sains et mûrs, les plus gros possibles sur des arbres bien conformés et vigoureux.

Quand et comment récolter ?

Les glands sont récoltés entre octobre et novembre. Une méthode adaptée est de les récolter sur l'arbre, quand les glands sont mûrs, juste avant leur chute (ils se détachent alors facilement de leur cupule), soit par prélèvement direct, soit en gaulant les arbres (Cf. Photos 2) et en recueillant les glands sur une bâche ou à terre. En effet, plus les



Photos 3 :
Glands de chêne vert montrant :
a) la variabilité des formes et des tailles entre individus (masse variant de 1,8 à 6,7g) ;
b) les différences de taille pour un même individu (masses variant de 0,5 à 4,7g). Il faut privilégier la récolte des glands les plus lourds, sans défauts et sur plusieurs individus.
Photos C. Ripert.

glands ont séjourné sur le sol et plus ils sont susceptibles d'être parasités ou endommagés. Une récolte plus tardive de glands au sol déjà germés est possible selon les années et les sites. Dans ce cas, le gland doit être ramassé lorsque la radicule n'est pas trop longue (< 5mm) car celle-ci peut être cassée lors de la manipulation. Les chênes produisent des glands dont la forme peut être assez contrastée entre les arbres, et leurs dimensions sont très variables même pour un seul individu (Cf. Photos 3). Dans tous les cas il faut éviter les glands les plus petits, qui contiennent peu de réserves et sont moins favorables à la germination et au développement initial de la plantule. La masse du gland est reconnu comme un facteur important de succès de la germination et de la

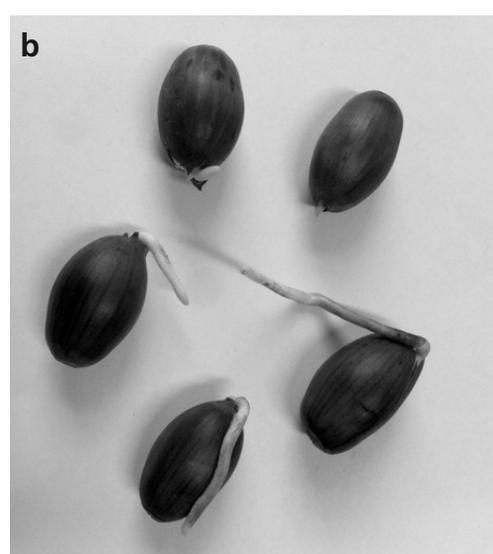
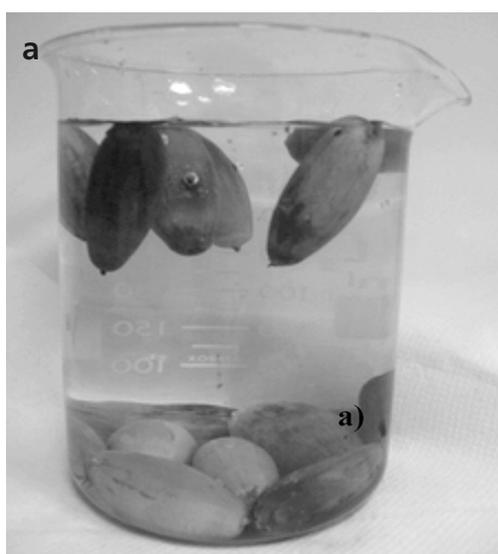
croissance initiale du semis (PÉREZ-RAMOS *et al.*, 2010). En fait, la plupart des études confirment un vieux dicton espagnol. La semence utilisée pour le semis doit suivre la règle des trois P : *Parda* (brune), *Pesada* (lourde), *Plana* (pleine).

Trier et conserver les glands

Une fois récoltés, les glands peuvent être triés visuellement en éliminant les percés. Ils sont ensuite immergés dans l'eau, les glands surnageant sont alors éliminés (Cf. Photo 4a). Cette méthode permet aussi de réhydrater les glands qui sont un peu trop desséchés.

Le mieux est de semer les glands le plus rapidement possible après leur collecte. Ils peuvent être néanmoins conservés dans un endroit très frais (0-2°C environ), humide à l'abri de la lumière pendant 3-4 mois jusqu'à leur installation. Par exemple en les disposant dans des caisses avec un substrat drainant et humide, du sable ou mieux de la tourbe humidifiée qui procure une certaine aération. Elles sont ensuite placées dans un réfrigérateur, en prenant soin de ne pas geler les glands même si, en principe, ils supportent des températures jusqu'à -1°C. Il faut veiller à éviter tout dessèchement des semences à partir de la récolte jusqu'à la mise en terre. Aussi est-il nécessaire de contrôler régulièrement les lots en conservation, une fois par semaine est idéal. Les conservations sur une période plus longue doivent être confiées à des spécialistes. Les glands finissent par germer (sortie de la radicule, Photo 4b) et cela d'autant plus rapidement que la température est élevée. Le gland germé peut être bien sûr utilisé pour

Photos 4 :
a) L'opération de flottage permet de trier les glands sains (qui coulent) de ceux percés (qui flottent).
b) Glands à différents stades de germination. Il faut éviter de manipuler les glands dont la radicule est trop longue.
Photos 4a J. Gavinet,
4b C. Ripert.



le semis, car l'on est sûr dans ce cas de sa viabilité, mais il faut éviter des racicules trop longues car susceptibles d'être endommagées lors du transport et de l'installation.

Installer sur le terrain

Quand semer ?

La mise en terre des glands se fait habituellement entre novembre et février. Il est préférable de se rapprocher du cycle naturel en semant en fin d'automne afin de bénéficier des pluies et permettre une germination rapide (surtout pour le chêne blanc, la germination du chêne vert étant plus tardive). Les plantules issues des semis précoces semblent mieux résister au passage de la première saison sèche (VUILLEMIN, 1980). En effet, le semis d'automne permet un meilleur développement du pivot et favorise donc la survie de la plantule lors du passage de la première sécheresse estivale.

Chêne pubescent ou chêne vert ?

Le chêne pubescent a une croissance plus rapide mais est plus exigeant en eau (et aussi en lumière) que le chêne vert. On le trouve préférentiellement dans l'étage du supra-méditerranéen, à l'étage inférieur du méso-méditerranéen il occupe des situations où le bilan hydrique est favorable (vallons, bas de pente, sols épais). L'observation des chênes existants et de leur vigueur dans la zone à semer et dans des conditions écologiques similaires, constitue une bonne indication pour déterminer si l'un des deux chênes est plus adapté que l'autre.

L'enfouissement des glands

Les glands semés sur le sol ou sous la litière ont très peu de chance d'échapper à la prédation et l'émergence est également réduite. L'enfouissement est toujours conseillé car il permet de restreindre la prédation, même si celle-ci peut demeurer très élevée selon les sites, et d'améliorer la germination et l'émergence en limitant les risques de dessiccation (GÓMEZ, 2004). L'enfouissement recommandé est généralement de 4-5cm. Les enfouissements plus profonds sont moins favorables à l'émergence qui se produit plus tardivement, mais limi-



tent la prédation ce qui au final peut être bénéfique. Par exemple VUILLEMIN (1980) sur des expérimentations de semis de chêne vert et chêne blanc dans les Alpes-Maritimes obtient, lorsque les glands sont enfouis à 5 cm, une germination à 5 mois de seulement 4% en raison de la prédation par les petits rongeurs contre 32 % pour un enfouissement à 10 cm. Lors d'opérations de reboisement par semis aux Etats-Unis, ALLEN *et al* (2004) soulignent la possibilité de placer les glands profondément (10-15 cm) malgré une germination plus réduite, lorsque les rongeurs sont abondants ou lorsque le sol peut geler ou se dessécher en surface.

Nous recommandons toujours d'enfouir les glands à quelques centimètres de profondeur même si une protection est en place. Ainsi lors d'une expérimentation dans une pinède à Barbentane, nous avons installé des petites cages métalliques (grille de 10cm X 10cm, maille=6mm), contenant chacune 3 glands, qui ont été ensuite disposées sous la litière (Photo 1b). Malgré la protection les rongeurs ont réussi à prédater 17% des 800 cages introduites ! Les cages ont été extraites de dessous la litière et les glands consommés au moins partiellement à travers le grillage (Cf. Photo 5). Lorsque l'année suivante l'expérience a été répétée avec un enfouissement plus profond des cages, une telle prédation n'a plus été observée.

Photo 5 :

Glands consommés malgré la protection : les cages introduites à trop faible profondeur ont été tirées en surface par les rongeurs qui ont consommé une partie des glands à travers la grille.
Photo C. Ripert.

Travailler ou non le sol ?

Un travail du sol plus intense est-il profitable ? Dans nos expérimentations nous avons testé deux modalités de travail du sol sur sol calcaire : une ouverture manuelle du potet recevant les glands et une ouverture à la tarière mécanique (Cf. Photo 6a) permettant un ameublissement du sol sur 40 à 50 cm. Nous n'avons noté aucune différence sur la croissance ou la survie des semis au cours des années suivantes. Sans doute le travail mécanique est-il bénéfique sur des terrains compacts et superficiels ce qui n'était pas le cas de nos expérimentations. Le sujet est en fait controversé : certaines études montrent par exemple un effet bénéfique d'une ouverture à la pelle mécanique sur la plantation de chênes vert ou de pins d'Alep (par exemple BOCIO *et al.*, 2004) alors que d'autres notent le contraire (NAVARRO *et al.*, 2006). Dans cette dernière étude, l'effet négatif était expliqué par la possible remontée en surface de larges quantités de calcaire du matériau sous-jacent. En fait, nous manquons de références pour analyser plus complètement les effets du travail mécanique sur le développement des semis. Lors du recours à une installation mécanisée, il faut donc veiller à ne pas remonter de grosses quantités de calcaire pulvérulent et à ne pas retourner et enfouir la couche organique de surface. Des conditions qui peuvent être obtenues par une installation à la tarière mécanique (Cf. Photos 6).

Photos 6 :
Installation des semis à la tarière mécanique dans des peuplements de pin d'Alep éclaircis :
a) expérimentation de St-Mitre (Bouches-du-Rhône)
b) expérimentation dans le Nord de l'Espagne.
Photo 6a C. Ripert,
6b Photo J. Reque.

Protéger les glands de la prédation

Prédation par les rongeurs et options de protection

L'impact de la prédation des glands par les petits rongeurs est toujours extrêmement fort dans toutes les études. LEVERKUS *et al.* (2013) dans le sud-est de l'Espagne observent des prédateurs de 90% des glands par les rongeurs et de 4% par les sangliers (*Sus scrofa*). De même VUILLEMIN (1980) note que seulement 4% des glands enfouis sans protection contre les rongeurs réussissent à germer. Les mulots (*Apodemus sylvaticus*) sont les principaux prédateurs dans les forêts du sud de la France d'après les piégeages effectués dans des chênaies (ORSINI, 1979). Lorsque les ressources alimentaires sont faibles, années où les glandées sont peu importantes par exemple ou fin de l'hiver, la pression de prédation est maximale. ORSINI (1979), dans une expérimentation conduite dans une garrigue du Var, note que des plaquettes contenant 120 glands sur 1m² peuvent être pillées en une seule nuit (Cf. Photo 7). L'auteur relève aussi une préférence alimentaire des rongeurs pour les glands de chêne pubescent, puis de chêne vert et enfin de chêne kermès (*Quercus coccifera*). Cependant une étude conduite en Catalogne (SUNYER *et al.*, 2014) montre que les mulots préfèrent les glands fraîchement tombés. Ainsi, préfè-



rent-ils d'abord le chêne blanc au chêne vert, puis le contraire. La pression de prédation s'exerce donc de façon similaire sur les deux espèces sur l'ensemble de la saison. Rappelons qu'en dehors de ce rôle de prédation, les rongeurs contribuent aussi à la dissémination des glands en établissant des caches alimentaires. Par exemple, dans la Sierra Nevada (Espagne), GÓMEZ *et al* (2008) étudiant le devenir de 3 200 glands de chêne vert notent que 99% des glands sont soit consommés (pour 66%) soit dispersés (33%). Pour les glands dispersés, seuls 7,4 % sont enfouis dans des caches, avec toujours un seul gland par cache, le reste étant consommé. Au final, seulement 1,3% des 3200 glands sont encore vivants au printemps suivant.

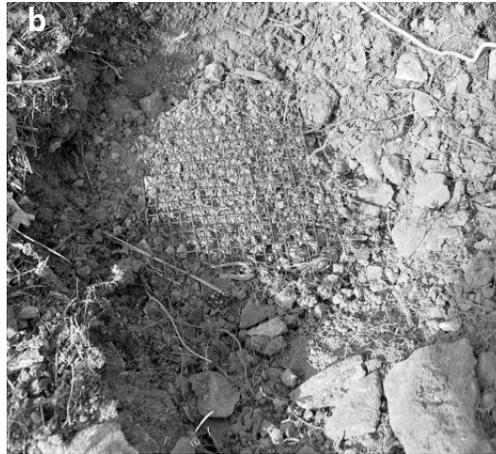
Protéger les semences contre les rongeurs nécessite la pose d'une protection mécanique. En effet, l'efficacité des répulsifs chimiques testés est controversée dans la littérature : par exemple les répulsifs à base de capsaïcine (composant actif du piment) sont notés efficaces pour certains auteurs (WILLOUGHBY *et al.*, 2011) mais sans effets pour d'autres (LERVERKUS *et al.*, 2013). Une technique simple, rapide et fiable consiste à faire un trou



Photo 7 :

Transport des glands par un mulot la nuit. Les rongeurs et principalement le mulot sont de grands consommateurs de glands, mais ils participent aussi à la redistribution des semences.
Photo P. Orsini, 1979.

(= potet) de 5 cm de profondeur et de 15 cm de côté. Quelques glands (par exemple 3) sont mis dans le potet puis recouverts de terre. Une grille métallique pour protéger les glands des petits rongeurs, est alors posée et recouverte à son tour d'un peu de terre. Afin de faciliter l'oxydation des grilles métal-



Photos 8 :

Les différentes étapes de l'installation du semis :
a - un potet est ouvert (5 cm de profondeur) et quelques glands sont déposés,
b - les glands sont recouverts d'un peu de terre et une grille métallique est placée comme protection contre les petits rongeurs,
c - la grille est recouverte de terre,
d - une protection contre les herbivores est mise en place autour du potet.
Photos C. Ripert.

liques dans le temps, celles-ci peuvent être préalablement mises à tremper dans une solution d'acide chlorhydrique dilué pendant 24h. Il convient de poser aussi une protection autour du futur plant pour prévenir des dommages par les herbivores (Cf. Photos 8). Evidemment ce dispositif ne permet pas d'assurer une protection contre le sanglier qui peut consommer sans problème les glands.

Lorsque les glands ont été correctement triés et conservés puis soigneusement installés sur le terrain avec une protection contre les rongeurs, le taux d'émergence des plantules est satisfaisant. Dans nos expérimentations de semis de chênes blanc et vert dans des pinèdes à pin d'Alep (Bouches-du-Rhône) nous avons noté une levée de 60 à 80% selon les conditions d'expérimentation.

Prédation par les sangliers et options de protection

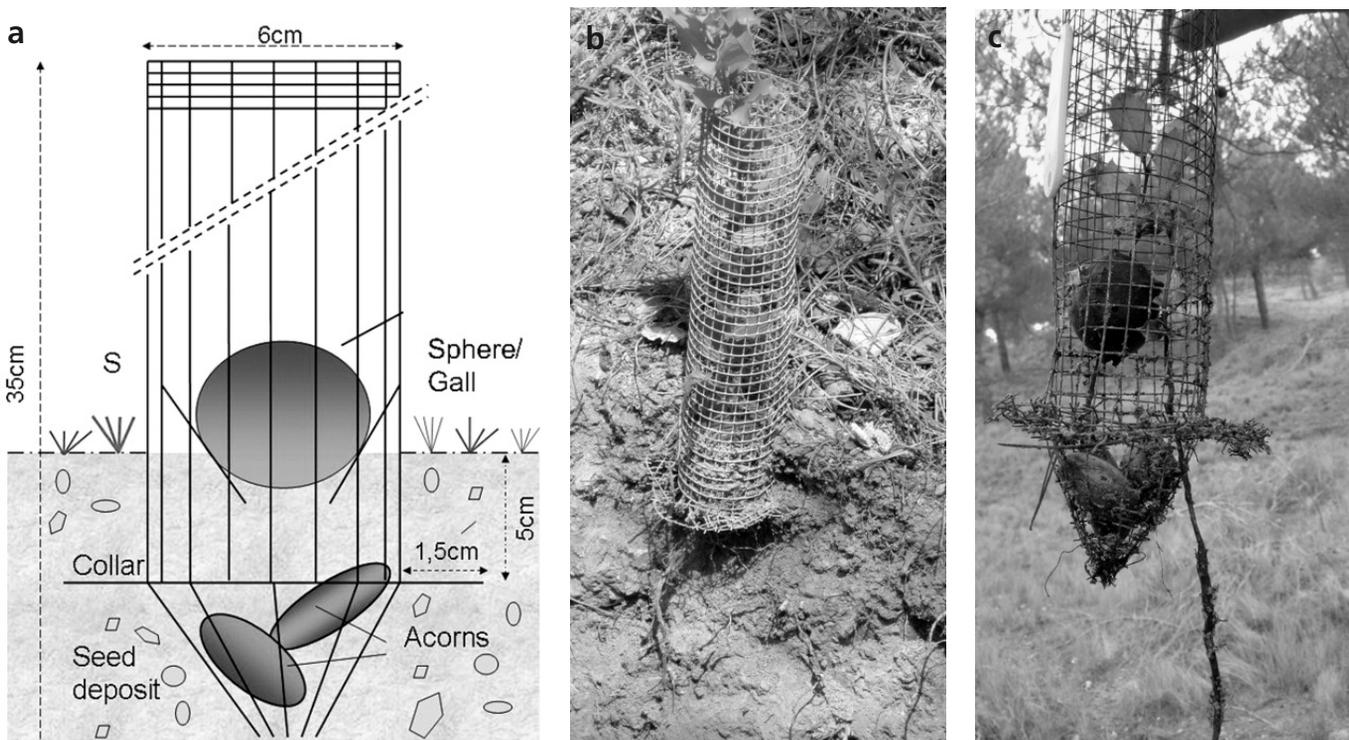
La prédation par les sangliers est devenue un problème récurrent avec l'explosion des populations au cours des deux dernières décennies. La prédation s'effectue sur les glands mais aussi sur les jeunes plantules, particulièrement lorsque le gland est encore présent (GÓMEZ et HÓDAR, 2008). Dans des expérimentations conduites à St-Mitre-les-Remparts, sur un total de 210 points de semis installés en automne, 99% ont été pré-

datés par les sangliers au cours de l'hiver. Il faut noter que la présence forte de sangliers limite l'abondance et donc la prédation des petits rongeurs (MUÑOZ *et al.*, 2009). Mais pour le forestier ce n'est qu'un mal pour un autre ! En effet, la protection contre le sanglier nécessite la pose de clôtures électriques ou mécaniques qui ont fait la preuve de leur efficacité (voir par exemple BALLEUX et VAN LERBERGHE, 2001) mais qui requièrent un entretien régulier et un investissement lourd. On peut signaler que des dispositifs de protection individuelle sont en cours d'élaboration pour faire face à ce problème. REQUE et MARTIN (2015) proposent un nouveau type de protection individuelle contre les rongeurs, herbivores et les sangliers qu'ils ont testé dans le nord de l'Espagne (province de Castille-et-León). Celui-ci se compose d'un cylindre, formé d'une grille métallique de maille 6 mm (diamètre du fil 0,6 mm), se terminant par un cône renversé destiné à recevoir les glands (Cf. Photos 9). Le dispositif est conçu pour obtenir un développement racinaire normal du plant. A la jonction du cylindre et du cône, une collerette assure la stabilité de l'ensemble et empêche les petits rongeurs de forer à la verticale. Une sphère biodégradable (les auteurs utilisent une galle de chêne) placée dans le cylindre empêche l'accès aux glands par le dessus. Les sangliers peuvent bousculer la protection mais, ne pouvant consommer les glands, ils ne

Photos 9 :

- Dispositif de protection individuelle pour les semis conçu par REQUE et MARTINE (2015).
 a) schéma du dispositif ;
 b) plant de chêne vert de 2,5 ans ;
 c) plant de chêne de 1 an (le grillage qui n'a pas été traité dans ce cas là, commence à s'oxyder).
 Photos J. Reque.

Voir aussi :
http://www.oepm.es/pdf/ES/0000/000/02/38/34/ES-2383420_B1.pdf



poursuivent pas leur action. Le cylindre assure aussi une protection du plant contre les herbivores. Dans leur essai en milieu naturel dans des pinèdes à pin d'Alep éclaircies, les auteurs ont ainsi noté que seulement 9% des protections ont été endommagées par les sangliers sans que ceux-ci ne puissent accéder aux glands. Les auteurs ont par ailleurs noté un taux de survie comparable (>70%) la première année à celui des plants installés en conteneur et avec protection.

Choisir les habitats pour le semis

L'influence du milieu sur la réussite du semis

Les formations végétales et les conditions de milieu dans lesquelles sont introduits les semis ont une importance considérable sur la réussite ou non de l'opération (Cf. Photos 10). VUILLEMIN (1980) dans son étude de la régénération du chêne blanc et du chêne vert dans les Alpes-Maritimes note que les milieux les plus favorables sont les pinèdes et les fruticées. Les formations herbacées et

les formations dénudées sont très défavorables. Les chênaies sont aussi des milieux peu favorables ce qui est en accord avec l'absence de régénération naturelle pérenne dans ces forêts (PRÉVOSTO *et al.*, 2013). Le rôle positif des pinèdes se traduit par une plus forte survie des plantules ce que confirment plusieurs études (GÓMEZ et HÓDAR, 2008 ; PUERTA-PIÑERO *et al.*, 2007). Cependant, dans ces formations, la structure du peuplement et la végétation au sol jouent un grand rôle. Les peuplements fermés sont défavorables à la survie et à la croissance, en particulier celles du chêne blanc moins tolérant à l'ombre. Dans une expérimentation dans laquelle des semis de glands ont été installés sous des couverts de pin plus ou moins ouverts (surface terrière de 30, 20 ou 10 m²/ha), les résultats montrent que les couverts fermés sont toujours défavorables à la survie et à la croissance (Cf. Fig. 1a). Les couverts clairs sont plus favorables car la disponibilité en lumière y est plus forte mais, lorsque c'est le cas, le développement d'un tapis de graminées peut être très pénalisant (Cf. Fig. 1b). Dans des expérimentations de semis de glands avec protection dans le nord de l'Espagne, MANRIQUE et REQUE (2014) ont trouvé, dès la seconde année, un taux de survie des plantules plus fort dans les pinèdes éclaircies que dans les milieux ouverts (res-



Photos 10 :

Les habitats offrent des conditions contrastées de développement des semis plutôt favorables dans les pinèdes (a) et les garrigues ouvertes (b) mais moins favorables dans les chênaies (c) ou même très contraignantes en cas de forte couverture herbacée (d).

Photos C. Ripert.

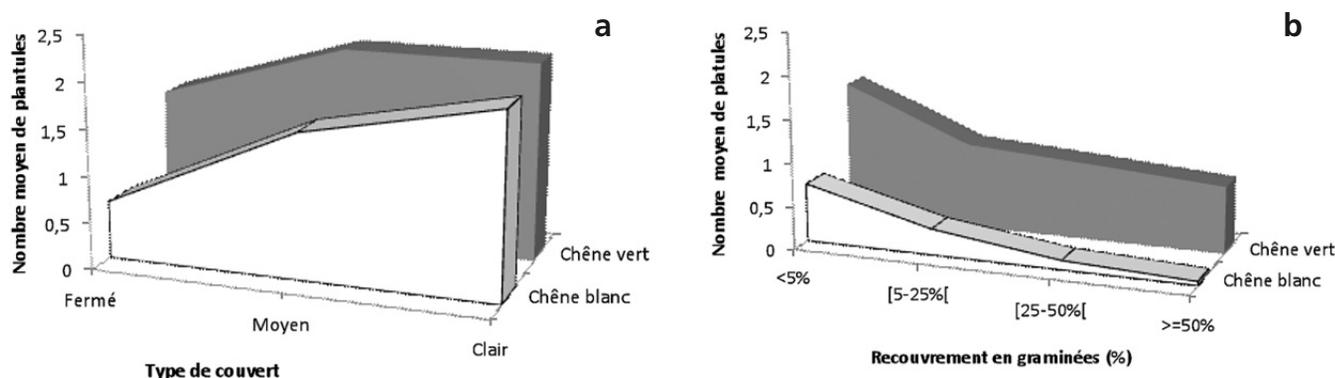


Fig. 1 :
 Nombre moyen de plantules vivantes par point de semis de 3 glands sous pinède à pin d'Alep :
 a) en fonction du couvert de la canopée (St-Mitre, survie à 6 ans) et
 b) en fonction du recouvrement en graminées (Barbentane, survie à 3 ans).

pectivement 60% et 30%). Alors que la mortalité durant la seconde saison sèche fut à peu près nulle sous pin, en plein découvert plus d'un tiers des plantules n'a pas survécu.

L'effet « nurse » buisson

En région méditerranéenne c'est la chaleur et la sécheresse du premier été qui entraînent la plus grande mortalité des semis. La végétation environnante joue un rôle en permettant d'atténuer, dans certaines limites, les contraintes du climat. On parle alors de facilitation ou d'effet « nurse ».

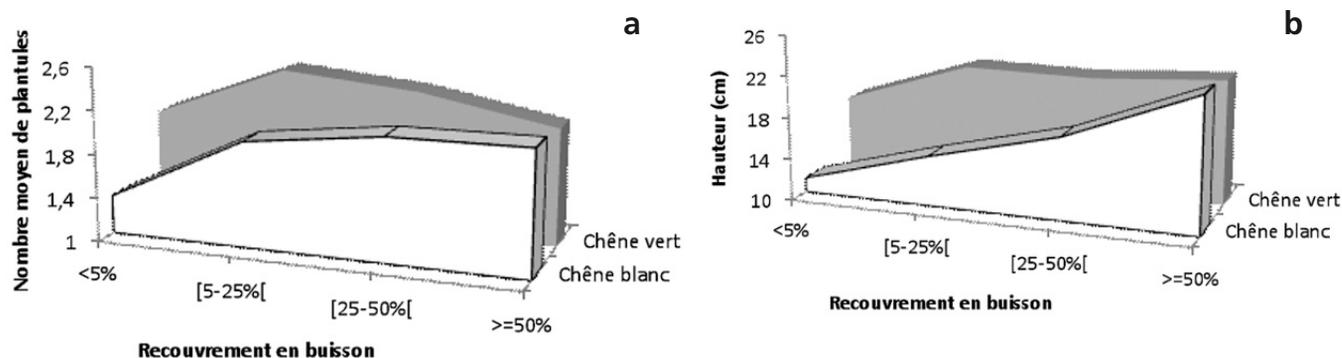
Il est utile, en particulier dans les zones les plus sèches, d'installer les glands sous ou en périphérie de buissons (Cf. Photos 11) plutôt qu'en plein découvert (GÓMEZ-APARICIO *et al.*, 2004). Le couvert du buisson limite l'ensoleillement et le dessèchement et favorise la survie. On privilégiera pour les mêmes raisons une installation au nord du buisson. La prédation des glands par les petits rongeurs est plus importante sous

buisson qu'en zone découverte, d'où la nécessité d'une protection, mais l'effet est bénéfique sur la survie (SMIT *et al.*, 2008). Les buissons offrent aussi une protection contre l'herbivorie. Dans les chênaies du centre de l'Espagne parcourus par les cerfs (*Cervus elaphus*) et les sangliers, PEREA et GIL (2014) observent ainsi que la survie de jeunes plantules de chêne est toujours améliorée sous couvert d'un buisson. Ils notent que les buissons avec une défense mécanique (dans leur étude les épines de la ronce) offrent une protection plus efficace contre le sanglier. En revanche, les buissons avec une défense chimique, comme le romarin non consommé en raison des composés aromatiques qu'il contient, protègent mieux des herbivores.

Même sous couvert forestier, le buisson peut jouer un rôle. Dans les pinèdes claires, nos expérimentations montrent que les buissons jouent un rôle positif sur la survie et la croissance avec cependant des variations selon les espèces et le taux de recouvrement (Cf. Fig. 2).

Photos 11 :
 Les buissons sont des microhabitats favorables au développement des semis en atténuant les conditions climatiques extrêmes du plein découvert :
 a - installation près d'un romarin (*Rosmarinus officinalis*) ;
 b - à l'abri d'un ajonc de Provence (*Ulex parviflorus*).
 Photos 4a) C. Ripert, 4b) J.-M. Lopez.





Les objets « nurse »

Dans les opérations de semis en milieu ouvert ou dans des peuplements au couvert faible, la couverture par des grosses branches est favorable à la survie et à la croissance initiale des plantules. En effet, tout comme les buissons, les branches créent des conditions microclimatiques favorables et une protection contre l'abroustissement, on parle « d'objet nurse ». Cependant, le couvert formé par les branches étant plus fortement soumis à la prédation par les petits rongeurs que le milieu ouvert, il est impératif de protéger les glands. Dans une expérimentation dans le nord de l'Espagne en milieu ouvert, avec des glands protégés (Cf. Photos 9) semés en automne, MANRIQUE et REQUE (2014) notent un pourcentage plus fort de plantules vivantes en fin de première année lorsque le semis a été fait en utilisant l'abri par les branches (Cf. Photos 12) que sans abri (respectivement 61% et 45%). Dans la même expérimentation, la totalité des glands installés avec les branches mais sans protection est prédatée par la faune (rongeurs, cor-

vidés, sangliers). Ces résultats confirment ceux obtenus en forêt tempérée : les branches forment un microhabitat défavorable aux glands notamment à cause de la prédation par les petits rongeurs mais favorable au développement des plants en les protégeant contre l'abroustissement (VAN GINKEL *et al.*, 2013).

Conclusion : une technique ancestrale à revisiter

Le semis permet une installation des chênes simple et peu coûteuse connue depuis l'Antiquité en région méditerranéenne. Une attention particulière doit être portée à la protection contre la prédation car la semence puis la jeune plantule sont des stades très vulnérables. Les types de végétation offrent des conditions de réussite contrastées et au sein de ces types, les effets microhabitats sont particulièrement importants pour le développement du semis. Ainsi, en milieu

Fig. 2 :

Influence du recouvrement par les buissons sur des semis installés dans des pinèdes claires (St-Mitre-les-Remparts, 13) :

a - sur la survie à 7 ans mesurée par le nombre moyen de plantules vivantes par point de semis de 3 glands et b - sur la croissance en hauteur.



Photos 12 :

a - Installation à la tarière mécanique dans une pinède éclaircie en laissant les rémanents sur le sol ;

b - Plant de chêne vert issu de semis muni d'une protection et se développant dans les branchages.

Photos J. Reque.



Photo 13 :
Photo J.-M. Lopez

Bernard PRÉVOSTO
Christian RIPERT
Jordane GAVINET
Roland ESTÈVE
Jean-Michel LOPEZ
Fabien GUERRA
IRSTEA,
UR Ecosystèmes
Méditerranéens
et Risque, 3275 route
de Cézanne CS 40061,
13182
Aix-en-Provence
cedex 5
Courriel :
bernard.prevosto
@irstea.fr

José A. REQUE
Sustainable Forest
Management
Research Institute,
Universidad de
Valladolid-INIA, ETS
Ingenierías Agrarias
(Universidad de
Valladolid),
Avda. de Madrid, 44,
34004 Palencia
ESPAGNE
Courriel:
requerkch@pvs.uva.es

ouvert, l'abri par la végétation en place et notamment les buissons, en atténuant les conditions climatiques extrêmes, améliore la survie des plantules lorsque celles-ci sont placées dans des conditions environnementales difficiles telles que le plein éclaircissement, les milieux secs. Cette fonction d'abri qui peut être assurée par des objets, par exemple les branchages, reste encore à mieux préciser en fonction des types de végétation (ou d'objets) en particulier pour ses effets sur les ressources en lumière, en eau et sur la prédation.

Dans les milieux forestiers, les pinèdes naturelles ou issues de reboisements, sont des habitats favorables à la pratique du semis lorsque la canopée est suffisamment ouverte, alors que les peuplements denses doivent être éclaircis.

Le semis de glands est donc une pratique ancestrale qui, une fois revisitée à la lumière de nos connaissances et de nos techniques actuelles, peut être un outil précieux pour le gestionnaire. Cette technique peut s'appliquer à la restauration des terrains dégradés, à la diversification des peuplements résineux et donc contribuer à augmenter dans le futur la résilience de nos écosystèmes.

Remerciements

Les auteurs remercient W. Martin et A. N'Diaye pour leur contribution aux expérimentations en France et P. Brahic pour ses conseils sur le traitement des semences.

Les expérimentations ont bénéficié en France du soutien du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (MEDDE-DEB) et de la Région PACA ; en Espagne, de la Fundación General de la Universidad de Valladolid [ES 2383420 B1-A01G 13/02 (2006.01)] et du Ministerio de Economía y competitividad [AGL2011-29701-C02-02].

Bibliographie

- Allen JA, Keeland BD, Stanturf JA, Clewell AF, Kennedy Jr. HE, 2004. A guide to bottomland hardwood restoration. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, General Technical Report SRS-40, 132 p. <http://www.nwrc.usgs.gov/wdb/pub/diglib/bottomland-hardwood/revise-forest-prelim.pdf>
- Balleux P, Van Lerberghe P, 2001. *Le boisement des terres agricoles*. Guide Technique, IDF, 128 p.
- Bocio I, Navarro FB, Ripoll MA, Jiménez MN, De Simón E, 2004. Holm oak (*Quercus rotundifolia* Lam.) and Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) response to different soil preparation techniques applied to forestation in abandoned farmland. *Annals of Forest Science*, 2: 171-178.
- Dey DC, Jacobs D, McNabb K, Miller G, Baldwin V, Foster G, 2007. Artificial regeneration of major oaks (*Quercus*) species in the Eastern United States. A review of the literature. *Forest Science*, 54: 77-106.
- Gómez JM, Hódar JA, 2008. Wild boars (*Sus scrofa*) affect recruitment rate and spatial distribution of holm oak (*Quercus ilex*). *Forest Ecology and Management*, 256: 1384-1389.
- Gómez JM, Puerta-Piñero C, Schupp WE, 2008. Effectiveness of rodents as local seed dispersers of Holm oaks. *Oecologia*, 155: 529-537.
- Gómez JM, 2004. Importance of microhabitat and acorn burial on *Quercus ilex* early recruitment: non-additive effects on multiple demographic processes. *Plant Ecology*, 172: 287-297.
- Gómez-Aparicio L, Zamora R, Gómez JM, Hódar JA, Castro J, Baraza E, 2004. Applying plant facilitation to forest restoration: a meta analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications*, 14: 1128-1138.
- Leverkus AB, Castro J, Puerta-Piñero C, Rey Benayas JM, 2013. Suitability of the management of habitat complexity, acorn burial depth, and a chemical repellent for post-fire reforestation of oaks. *Ecological Engineering*, 53: 15-22.

- Leiva MJ, Mancilla-Leyton JM, Martin-Vicente A, 2013. Methods to improve the recruitment of holm-oak seedlings in grazed Mediterranean savanna-like ecosystems (dehesas). *Annals of Forest Science*, 70: 11-20.
- Madsen P, Löf M, 2005. Reforestation in southern Scandinavia using direct seeding of oak (*Quercus robur* L.). *Forestry*, 78: 55–63.
- Manrique M., Reque J., 2014. Diversificación de masas de *Pinus halepensis* Mill. mediante la siembra directa de bellotas de *Quercus ilex* L. Universidad de Valladolid. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/6655>
- Muñoz A, Bonal R, Díaz M, 2009. Ungulates, rodents, shrubs: interactions in a diverse Mediterranean ecosystem. *Basic and Applied Ecology*, 10: 151-160.
- Navarro FB, Jiménez MN, Ripoll MA, Fernández-Ondoño E, Gallego E, De Simón E, 2006. Direct sowing of holm oak acorns: effects of acorn size and soil treatment. *Annals of Forest Science*, 63: 961-967.
- Orsini P, 1979. Recherches sur les rongeurs de quelques formations à chênes du Midi de la France. Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier, 60p.
- Perea R, Gil L, 2014. Tree regeneration under high levels of wild ungulates: the use of chemically vs. physically-defended shrubs. *Forest Ecology and Management*, 312: 47-54.
- Pérez-Ramos I, Gómez-Aparicio L, Villar R, García Maraón T, 2010. Seedling growth and morphology of three oaks species along field resource gradients and seed mass variation : a seedling age-dependent response. *Journal of Vegetation Science*, 21: 419-437.
- Prévosto B, Ripert C, Monnier Y, Martin W, N'diaye A, Estève R, 2010. Installer des semis de chênes dans les pinèdes à pin d'Alep en phase de renouvellement. *Forêt Méditerranéenne*, t XXXI, 1: 25-30.
- Prévosto B, Monnier Y, Ripert C, Fernandez C, 2011. Can we use shelterwoods in Mediterranean pine forests to promote oak seedling development? *Forest Ecology and Management*, 262: 1426-1433.
- Prévosto B, Ripert C, Ostermeyer R, 2013. Eclaircir est-il suffisant pour favoriser la régénération du chêne blanc ? Retour sur un dispositif expérimental installé il y a 27 ans en forêt domaniale de Lure (Alpes-de-Haute-Provence). *Forêt Méditerranéenne*, t XXXIV, 1 : 3-12.
- Puerta-Piñero C, Gómez JM, Valladares F, 2007. Irradiance and oak seedling survival and growth in a heterogeneous environment. *Forest Ecology and Management*, 242:462-469.
- Regimbeau M, 1879. Le chêne yeuse ou chêne vert dans le Gard. Nîmes, 162 p.
- Reque J, Martin E, 2015. Designing acorn protection for direct seeding of *quercus* species in high predation areas. *Forest Systems*, Volume 24, Issue 1, e-018, 5 pages. <http://dx.doi.org/10.5424/fs/2015241-05632>.
- Thadani R, 2008. Direct sowing of acorns, a low-cost reforestation technique for the Himalaya. Center for Ecology Development and Research (CEDAR), 20p. http://cedarhimalaya.org/pdf/Direct_seeding_acorn_booklet.324130814.pdf
- Smit C, den Ouden J, Díaz M, 2008. Facilitation of *Quercus ilex* recruitment by shrubs in Mediterranean open woodlands. *Journal of Vegetation Science*, 19: 193-200.
- Sunyer P, Espelta JM, Bonal R, Munoz A, 2014. Seeding phenology influences wood mouse seed choices: the overlooked role of timing in the foraging decisions by seed-dispersing rodents. *Behavioral ecology and sociobiology*, 68: 1205-1213.
- Van Ginkel HAL., Kuijper DPJ., Churski M, Zub K, Szafranska P, Smit C, 2013. Safe for saplings not safe for seeds: *Quercus robur* recruitment in relation to coarse woody debris in Białowieża Primeval Forest, Poland. *Forest Ecology and Management*, 304:73-79.
- Vuillemin J, 1980. Etude expérimentale de la régénération de deux chênes méditerranéens : *Quercus pubescens* et *Quercus ilex*. Thèse Univ. Aix-Marseille, 126p.
- Willoughby IH, Jinks RL, Morgan GW, Pepper H, Budd J, Mayle B, 2010. The use of repellents to reduce predation of tree seed by wood mice (*Apodemus sylvaticus* L.) and grey squirrels (*Sciurus carolinensis* Gmelin). *European Journal of Forest Research*, 130: 601-611.
- Zadworny M, Jagodziński AM, Łokomy P, Ufnalski K, Oleksyn J, 2014. The silent shareholder in deterioration of oak growth: common planting practices affect the long-term response of oaks to periodic drought. *Forest Ecology and Management*, 318:133-141.

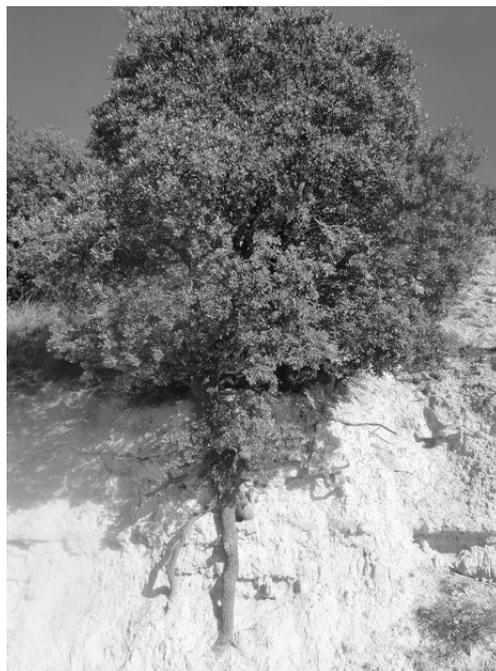


Photo 14 :
Chêne vert.
Photo J. Reque.

Résumé

Le semis de glands de chêne est une pratique très ancienne en région méditerranéenne qui a été largement délaissée au profit de la plantation. Dans cet article, nous proposons de faire le point sur cette technique et de la revisiter à la lumière des récentes expérimentations qui ont été conduites plus particulièrement dans le sud-est de la France et le nord de l'Espagne. Nous décrivons tout d'abord les bénéfices et les inconvénients du semis par rapport à la plantation. Puis, les principes de base de la récolte, du tri et de la conservation des glands sont exposés. Après avoir rappelé les conditions d'installation sur le terrain, nous analysons ensuite la réussite du semis en fonction des conditions de prédation par la faune sauvage (rongeurs, herbivores, sangliers) et des moyens mis en œuvre pour s'en prémunir. Enfin, nous précisons l'influence des milieux sur la réussite du semis et le rôle joué par la végétation ou les objets « nurse ». Pour conclure, nous soulignons l'intérêt que représente cette technique pour la restauration des milieux et l'amélioration de leur résilience.

Summary

Sowing Mediterranean oaks (*Quercus ilex* and *Quercus pubescens*): why, how and with what success?

Sowing acorns from Mediterranean oaks is an age-old practice around the Mediterranean Rim that has been largely replaced by planting seedlings. In this article, we assess the method overall and reconsider it in the light of recent experimentation carried out notably in South-East France and in the north of Spain. First we describe the advantages and drawbacks of sowing compared to planting, followed by the basic principles for collecting, sorting and conserving the acorns. The requirements for effective sowing are then reviewed prior to considering the conditions for success in relation to damage from wildlife (rodents, herbivores, wild boar) and methods for preventing it. Finally, we define the impact of habitat on the success of sowing and the role played by vegetation and "nursing" devices. We conclude by stressing the advantages of the technique for the restoration of habitats and the improvement of their resilience.

Resumen

¿Sembrar las encinas y robles mediterráneos *Q. ilex* y *Q. pubescens*: por qué, cómo, y con qué éxito?

La siembra directa de bellotas de robles y encinas es una práctica ancestral en la región mediterránea que ha sido ampliamente relegada a favor de la plantación. En este artículo nos proponemos incidir en esta técnica y actualizar el estado de conocimientos a raíz de recientes experiencias llevadas a cabo en el sudeste de Francia y el norte de España. Describiremos en primer lugar los beneficios e inconvenientes de la siembra en comparación con la plantación. A continuación se presentan los principios de la recolección de bellotas, su selección y conservación. Después de recordar las condiciones de implantación de la bellota en el terreno, analizamos el éxito de la siembra en función de las condiciones de predación por la fauna salvaje (roedores, herbívoros, jabalíes) y las medidas llevadas a cabo para prevenirla. Por último, incidimos en la influencia del medio en el éxito de la siembra y en los efectos de la vegetación y de objetos "nodriza". Para concluir, destacamos el interés de esta técnica para la restauración del medio natural y la mejora de su resiliencia.