

# Plantation de chênes méditerranéens avec accompagnement ligneux : amélioration de la forme mais réduction de la croissance

par Bernard PRÉVOSTO, Christian RIPERT, Jordane GAVINET,  
Roland ESTÈVE, Jean-Michel LOPEZ, Fabien GUERRA,  
Mathieu AUDOUARD et Christian TRAVAGLINI

***Les gestionnaires de forêt se posent de nombreuses questions quant à l'influence de la végétation accompagnatrice sur le développement des jeunes plants forestiers. Cela peut se traduire par des phénomènes de concurrence, de compétition ou de facilitation indirecte. Dans cette expérimentation, les auteurs ont étudié l'influence de deux espèces ligneuses accompagnatrices : la coronille et le pin d'Alep, sur la survie, la croissance et la morphologie des chênes verts et blancs.***

## Introduction : les hypothèses à tester

La plantation de chênes en plein découvert est classiquement utilisée en reboisement, mais elle présente cependant deux obstacles particuliers. Le premier est la gestion de la végétation adventice qui se développe plus rapidement que les plants et qui peut réduire leur survie et leur croissance. Cette végétation présente un caractère compétitif plus ou moins accentué selon sa composition. Les graminées présentent par exemple une capacité très forte à concurrencer les plants pour les ressources en eau. Certaines dicotylédones exercent une compétition souvent moindre pour l'eau et les nutriments, mais peuvent, lorsqu'elles sont de haute taille, concurrencer le plant pour la lumière (FROCHOT *et al.*, 2002). La maîtrise de cette végétation concurrente est donc nécessaire en utilisant le plus souvent des moyens mécaniques ou chimiques. Ils sont cependant coûteux à mettre en œuvre, ils doivent être renouvelés au cours des premières années et sont souvent non autorisés ou non acceptés pour les traitements chimiques. Un autre problème de la plantation en plein découvert réside dans les défauts de forme des plants. En effet, les chênes méditerranéens ont tendance dans ces conditions à développer une architecture « buissonnante » qui se traduit par la perte de la dominance apicale et la mise en place de multiples rameaux latéraux (MEDIÁVILLA et ESCUDERO, 2010). Cependant le sylviculteur pré-

fère souvent une forme plus élancée, privilégiant l'élongation du plant sur le développement en largeur du houppier. Enfin, il souhaite parfois installer directement un peuplement mélangé au lieu d'un peuplement pur.

Pour répondre à ces enjeux, nous avons testé dans une plantation expérimentale l'utilisation d'une végétation ligneuse d'accompagnement introduite en même temps que deux chênes méditerranéens : le chêne blanc (*Quercus pubescens*) et le chêne vert (*Quercus ilex*). La végétation d'accompagnement est composée d'un arbuste, la coronille (*Coronilla valantina* subsp. *glauca*), et d'un arbre le pin d'Alep (*Pinus halepensis*), qui sont utilisés soit purs soit en mélange (pin + coronille). Le choix de l'arbuste a été dicté par le fait qu'il s'agit d'une espèce xérophile mais au développement rapide, et qu'elle est capable de fixer l'azote atmosphérique et donc d'améliorer la fertilité du sol. Le pin d'Alep a été choisi pour sa croissance rapide, son feuillage plus léger que d'autres pins (par exemple le pin pignon) et le fait que le pin d'Alep et les chênes sont le plus souvent associés étroitement dans les dynamiques de succession, le chêne s'installant préférentiellement dans les pinèdes (BARBÉRO *et al.*, 1990). De plus, la constitution de peuplements mélangés est souvent recommandée en raison des bénéfices prouvés ou supposés des peuplements mixtes par rapport aux peuplements purs (PRÉVOSTO et RIPERT, 2011). Cette stratégie permet notamment d'associer la croissance rapide du pin à la résilience du chêne (PAUSAS *et al.*, 2004, VALLEJO *et al.*, 2006).

Les interactions entre plantes sont directes ou indirectes. Elles peuvent être aussi négatives ou positives, on parle alors de compétition et de facilitation (BERTNESS et CALLAWAY, 1994). Par exemple, en interceptant

tant la lumière, une plante peut réduire la croissance d'une autre : il y a alors une compétition directe pour la ressource. Mais cette même plante peut aussi limiter par son ombrage le développement d'espèces très compétitives (comme des graminées) et au final la deuxième plante en tire un bénéfice. On parle dans ce cas de facilitation indirecte (LEVINE, 1999). Pour tester ces interactions, nous avons donc choisi dans notre expérimentation de manipuler également le développement spontané de la végétation au sol : celle-ci a été, soit laissée en place, soit enlevée manuellement.

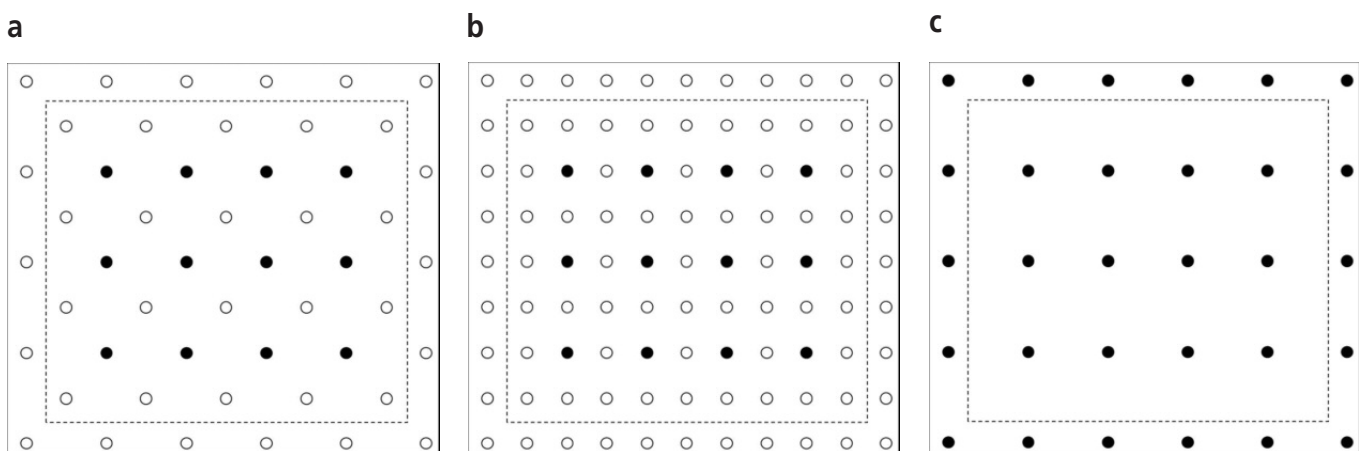
L'expérimentation compare donc les réponses (survie, croissance, morphologie) de deux espèces de chêne soumises à l'influence d'un accompagnement ligneux (coronille, pin, ou mélange des deux) et de deux traitements de la végétation au sol (désherbé ou enherbé). Nous cherchons à tester les hypothèses suivantes :

- l'accompagnement ligneux permet de contrôler la végétation au sol et donc favoriser le développement des chênes par rapport à un témoin (c'est-à-dire sans accompagnement et enherbé),
- l'influence de l'accompagnement ligneux sur les chênes dépend de sa composition et de sa densité, ainsi que de l'espèce cible (*Q. ilex* ou *Q. pubescens*),
- l'accompagnement ligneux améliore la forme des chênes.

## Le dispositif expérimental et les mesures

Le dispositif est installé sur la commune de Barbentane (Bouches-du-Rhône) dans une ancienne parcelle agricole dont le sol pré-

**Fig. 1 :**  
Schémas des placeaux (2,50 m x 2 m) pour les différents traitements, les ronds noirs représentent les chênes et les ronds blancs l'accompagnement (pin, coronille ou mélange).  
a) Pin clair.  
b) Pin dense ou Coronille ou Pin + coronille.  
c) Témoin.  
La zone en pointillée indique la partie mesurée avec les 12 chênes centraux, les arbres à l'extérieur de cette zone constituent une zone tampon destinée à limiter les effets de bord.



sente une très bonne fertilité (texture limono-sableuse sur plus d'un mètre de profondeur). La pluviométrie moyenne annuelle est de 689 mm et la température moyenne de 14°C. Au cours de l'année 2007, la végétation préexistante sur la parcelle a été entièrement éliminée et le sol scarifié pour laisser place à un terrain nu.

La plantation a été réalisée en février 2008 en plantant 12 chênes (chêne blanc ou chêne vert) sur chacun des 80 placeaux (dimensions 2 m x 2,50 m) de l'expérimentation (Cf. Photos 1). Les traitements pour l'accompagnement ligneux ont été les suivants pour chaque placeau (voir aussi Fig. 1) : pin à faible densité (20 pins soit 4 voisins/chêne, modalité *pin clair*), pin à forte densité (51 pins soit 8 voisins/chêne, modalité *pin dense*), coronille (51 coronilles soit 8 voisins/chêne, modalité *coronille*), pin avec coronille (25 coronilles et 26 pins, 8 voisins/chêne, modalité *pin + cor.*), témoin (chênes seuls, modalité *témoin*). Pour la gestion de la végétation au sol, les traitements

ont été les suivants : végétation spontanée au sol (dicotylédones diverses) enlevée manuellement deux fois par an les 2 premières années, puis une seule fois les 3 années suivantes (modalité *dés herbé*), végétation laissée en place (modalité *en herbé*).

Les traitements ont été répliqués quatre fois en utilisant 8 blocs de 25 m x 12 m pour un total de 80 placeaux (2 chênes x 5 traitements d'accompagnement x 2 traitements de la végétation au sol x 4 réplifications). Les chênes ont été plantés en utilisant des containers de 1,2 L et pour les autres espèces des containers de 0,56 L. En 2011, le dispositif a été éclairci et la densité des pins a été abaissée à environ 15 pins dans le traitement *pin clair*, 25 à 26 pins dans les traitements *pin dense* et *pin + cor.* La coronille a été coupée à 40 cm de hauteur dans les traitements *coronille* et *pin + cor.* Les bandes entre placeaux ont été débroussaillées mécaniquement chaque année.

Les chênes ont été mesurés chaque année

**Photos 1 :**

- a : installation d'un placeau.
- b : vue de la plantation après installation (février 2008).
- c : Plantation après un an.
- d : Plantation après cinq ans (les interbandes ont été débroussaillées mécaniquement).



de 2008 à 2014 (survie, hauteur, diamètre à la base) ainsi que certaines caractéristiques morphologiques sur un sous-échantillon de quatre chênes par plateau : dimensions du houppier, nombre d'unités de croissance par rameau (sélectionné dans la partie haute du houppier). L'accompagnement ligneux a aussi été mesuré : hauteur des pins et de la coronille dans les différents traitements. Des mesures en eau du sol ont été réalisées à l'aide d'une sonde TDR (sonde PR2, Delta-T devices) dans tous les plateaux avec du chêne vert. La transmission de la lumière dans le domaine du PAR (400-700 nm) a été déterminée à l'aide d'un ceptomètre (AccuPAR, Decagon Devices) en mesurant l'éclairement en découvert, puis au niveau du tiers supérieur des chênes et en opérant au printemps ou en été lors de jours parfaitement clairs.

## Résultats sur la survie et la croissance

Après 7 ans, nous avons observé une survie très forte des plants dans tous les traitements sauf pour le chêne blanc dans les accompagnements avec de la coronille (Cf. Fig. 2). La survie s'abaisse en effet à environ 50% dans le traitement *pin+coronille* et entre 20% et 40% dans le traitement avec coronille seule.

La coronille a en effet recouvert entièrement le plateau en moins de 2 ans en atteignant une hauteur proche de 1,20 m (supérieure à celle des pins au même âge : 0,9 m à 1 m). La mortalité du chêne blanc, moins tolérant à l'ombre que le chêne vert, a été

forte dans ces conditions.

Les effets des traitements sur la croissance sont présentés sur la hauteur seulement car ceux sur le diamètre sont similaires (Cf. Fig. 3). On note tout d'abord que le témoin présente toujours la croissance la plus forte quel que soit le traitement de la végétation au sol et que la croissance du chêne blanc est plus élevée que celle du chêne vert. Lorsqu'on compare le système *dés herbé* au système *en herbé*, la croissance est logiquement plus forte dans le premier que dans le second. Cependant on observe que les courbes sont plus resserrées dans le traitement *en herbé* ce qui traduit des différences d'interactions compétitives moindres entre traitements. Par exemple, la croissance dans l'accompagnement ligneux *pin clair dés herbé* est supérieure aux autres traitements (hors témoin), mais ça n'est plus le cas dans le système *en herbé*. En effet, dans ce cas, le développement de la végétation compétitrice au sol gomme pour les chênes l'avantage procuré par une plus forte transmission de la lumière sous couvert du pin à faible densité. Il faut noter également que les traitements avec coronille, et particulièrement avec la coronille seule, sont les plus défavorables pour la croissance au moins les 4-5 premières années (Cf. Photos 2a, 2b). Après cette période, les deux chênes (ceux qui ont survécu pour le chêne blanc) sont capables d'émerger de la coronille à la faveur de trouées et la croissance s'accélère.

Au final, la survie et la croissance sont toujours plus fortes dans les témoins que dans les autres traitements, montrant que ce sont les interactions de compétition qui dominent entre les chênes et leur accompagnement ligneux.

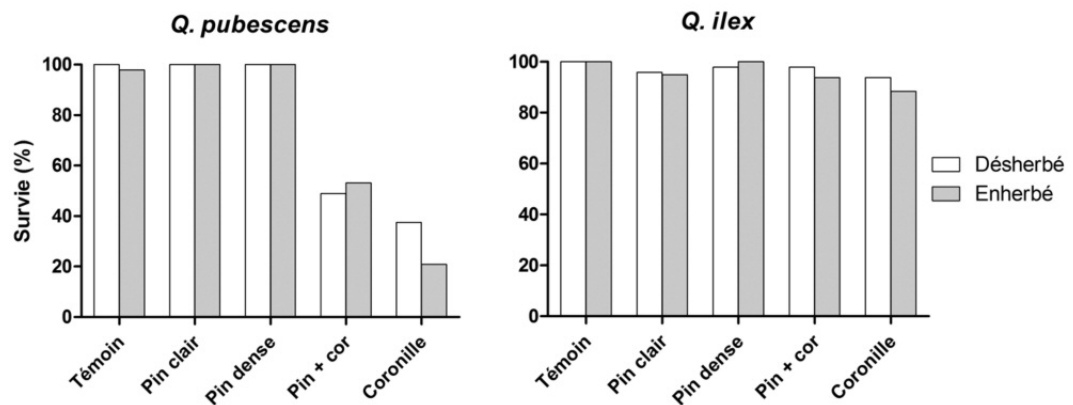
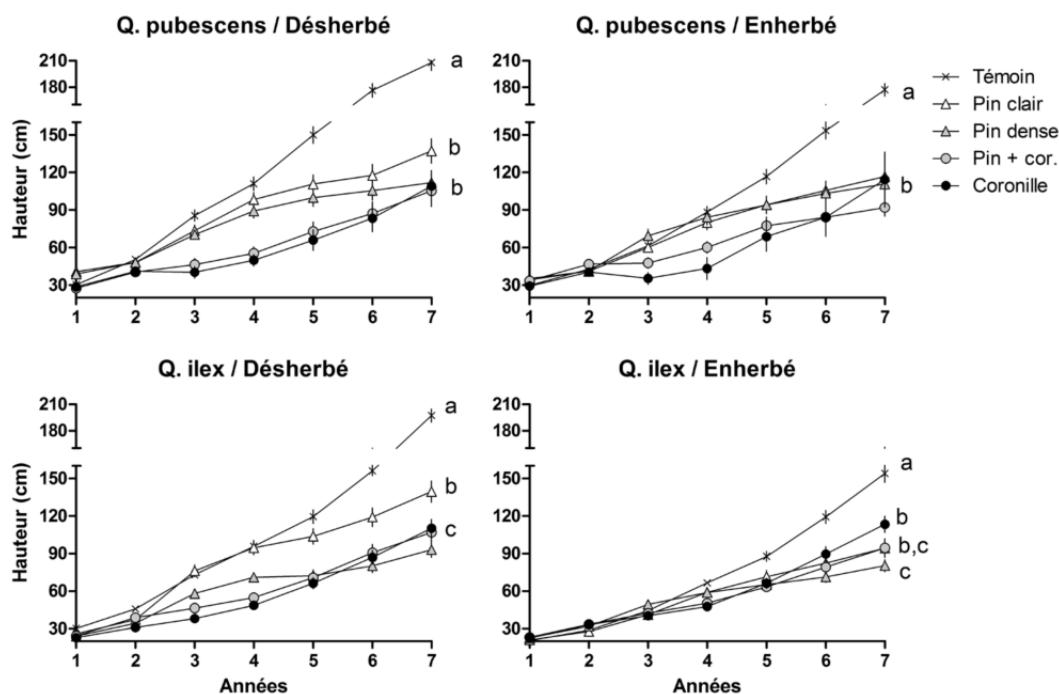


Fig. 2 :  
Survie des deux chênes  
en fonction  
des traitements 7 ans  
après plantation.



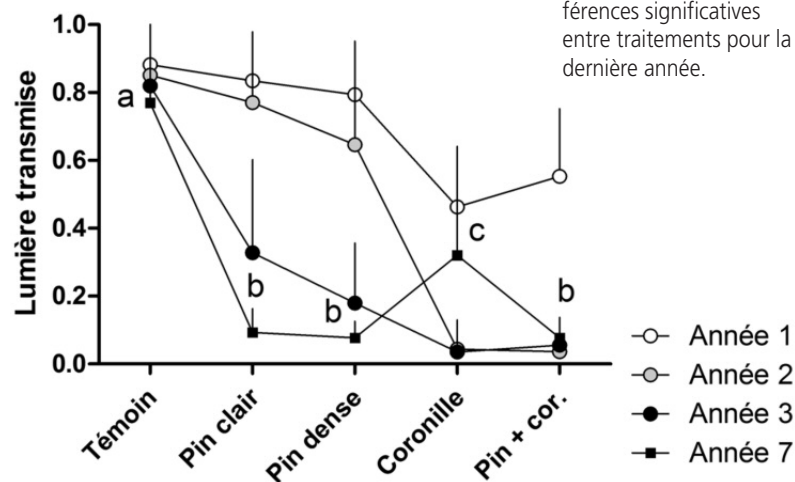
**Fig. 3 (ci-contre) :** Croissance en hauteur (moyenne  $\pm$  écart standard) en fonction du temps pour les différents traitements. Les lettres différentes pour la dernière année indiquent des différences significatives ( $P < 0.05$ ) entre les traitements.

## Résultats sur l'impact sur les ressources

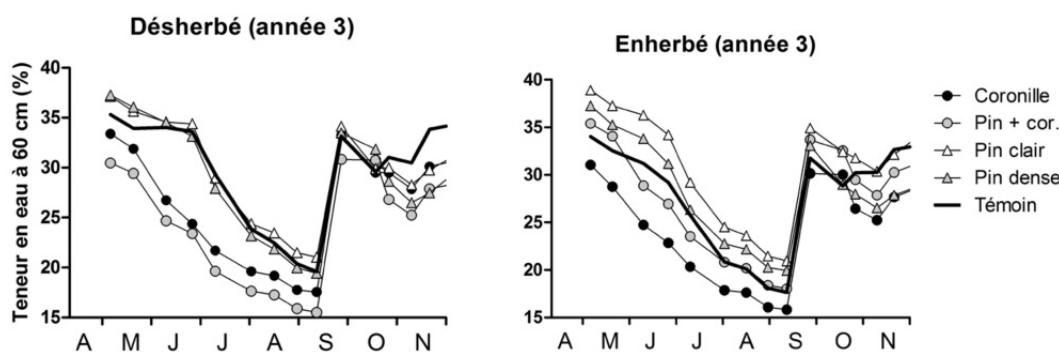
L'accompagnement ligneux agit en prélevant des ressources et tout d'abord en réduisant la disponibilité en lumière pour les chênes (Cf. Fig. 4). Ainsi, dès la seconde année, la coronille a complètement fermé le couvert et la lumière transmise est inférieure à 5% alors que dans les traitements avec pins seulement, l'éclaircissement reste supérieur à 60%. En fin d'expérimentation l'éclaircissement reste cependant faible (<10%) dans tous les traitements malgré l'éclaircie pratiquée la quatrième année. Le pic d'éclaircissement dans la coronille est lié à des trouées qui sont apparues dans le couvert et qui ont permis à certains chênes de se développer.

La disponibilité en eau dans le sol est également affectée (Cf. Fig. 5), mais les diffé-

rences restent faibles entre traitements. Ce sont à nouveau dans les coronilles, seules ou en mélange avec le pin, que la teneur en eau est la plus basse, au moins les premières années. En revanche, les teneurs sont les



**Fig. 4 (ci-dessous) :** Lumière transmise (0=absence de lumière et 1= plein éclaircissement, moyenne + écart-type) pour les différents traitements (traitements en herbé et dés herbé et selon les années. Les mesures ont été faites au niveau du tiers supérieur des chênes. Des lettres différentes indiquent des différences significatives entre traitements pour la dernière année.



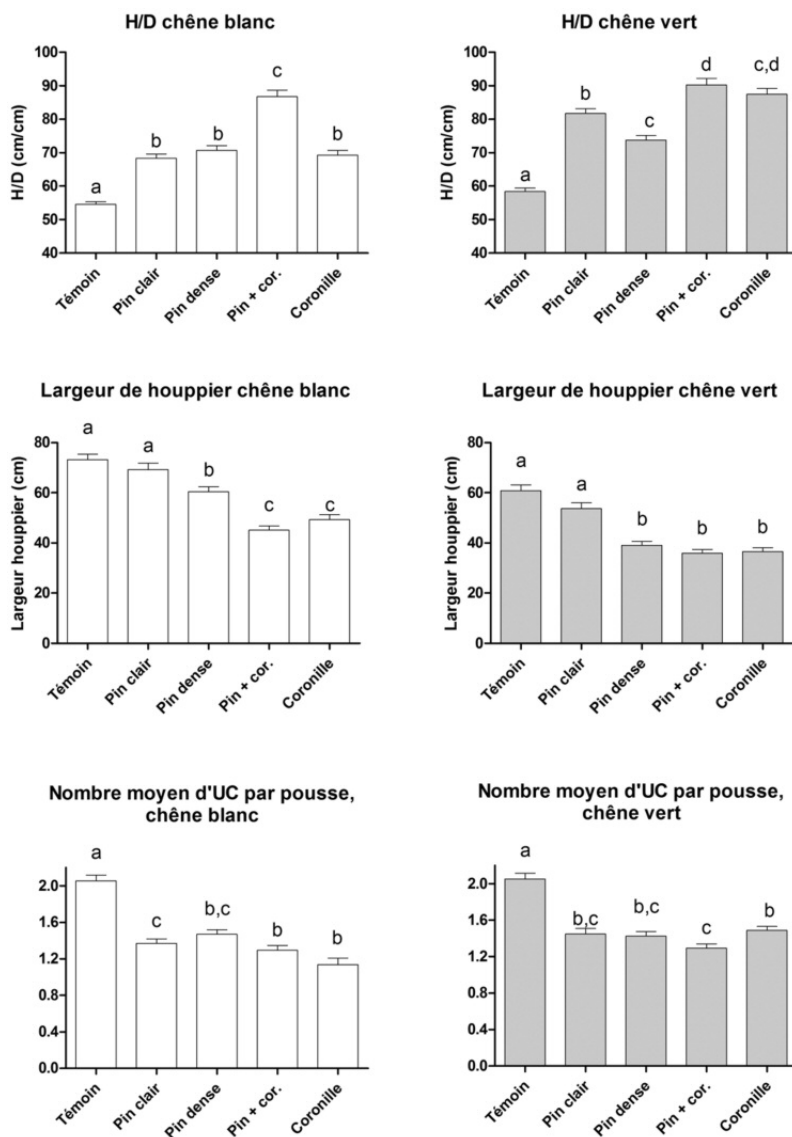
**Fig. 5 (ci-contre) :** Evolution de la teneur en eau du sol (mesurée à 60 cm) au cours du temps (avril à novembre, 3<sup>e</sup> année) pour les différents traitements dans les traitements dés herbé et en herbé.

plus fortes dans le traitement *pin clair* puis *pin dense*. On peut noter l'effet du désherbage sur la teneur en eau du sol du témoin qui s'abaisse nettement du traitement *désherbé* vers le traitement *enherbé*. Des mesures effectuées lors de la dernière année (données non montrées) montrent que les différences de teneurs en eau du sol entre traitements deviennent minimales.

**Fig. 6 :**  
Variations de trois paramètres morphologiques en fonction des traitements (systèmes *enherbé* et *désherbé* confondus) : ratio hauteur/diamètre de la tige, largeur du houppier et nombre moyen d'unité de croissance (UC) par pousse. Les valeurs moyennes ont été calculées sur les 3 dernières années. Des lettres différentes indiquent des différences significatives.

## Résultats sur la morphologie des chênes

Quelques caractéristiques morphologiques des chênes sont présentées sur la figure 6. Comme les différences entre les traitements *enherbé* et *désherbé* sont faibles pour ces descripteurs, les données ont été regroupées.



Les plants dans les accompagnements ligneux présentent, par rapport à ceux des témoins, des ratios hauteur/diamètre plus élevés (plants plus élancés), des houppiers moins larges et un nombre d'unités de croissance par pousse annuelle plus bas (réduction du polycyclisme).

Dans les accompagnements ligneux les plants sont donc mieux conformés (Cf. Photo 2c) que ceux en découvert qui présentent une morphologie plus buissonnante. Ces résultats s'expliquent par la réduction de la lumière, et aussi sa modification qualitative, par le voisinage ligneux qui entraîne pour le plant une allocation des ressources plus forte pour l'élongation de la tige que pour la croissance latérale des branches. De plus, le voisinage ligneux autour du chêne représente une barrière physique à l'expansion de son houppier.

## Conclusion : l'accompagnement ligneux est-elle une option intéressante ?

Cette expérimentation avait pour but de tester des interactions entre des chênes, leur voisinage ligneux et la végétation au sol. Il faut rappeler que les conditions expérimentales utilisées dans cette étude sont très éloignées des conditions de gestion habituelles, notamment parce que nous avons utilisé un nombre important de plants disposés sur de petits placeaux pour des conditions de station très favorables. En tenant compte de ces limitations, quels sont cependant les enseignements de cette étude et nos hypothèses initiales sont-elles vérifiées ?

Nous avons tout d'abord émis l'hypothèse que l'accompagnement ligneux pouvait favoriser le développement des chênes par rapport à un témoin en réduisant la concurrence des herbacées au sol (cas d'une facilitation indirecte). Cette hypothèse n'a pas été vérifiée. En effet, aussi bien dans le système *désherbé* que dans le système *enherbé*, l'accompagnement ligneux a pénalisé la croissance des chênes, même si dans ce dernier cas les interactions compétitives ont été réduites (en cas d'enherbement, les écarts de croissance entre traitements sont moindres). Il faut même souligner que le couvert des coronilles a été particulièrement négatif pour la survie

du chêne blanc, espèce à la croissance plus rapide mais moins tolérante à l'ombre que le chêne vert. Constatation qui vérifie notre seconde hypothèse : l'influence sur les chênes de l'accompagnement ligneux dépend de sa composition, de sa densité ainsi que de l'espèce cible.

L'absence de bénéfice sur les chênes apporté par l'accompagnement ligneux par rapport à un témoin enherbé, s'explique d'une part par la forte croissance des pins et surtout celle de la coronille qui ont capté préférentiellement les ressources et principalement la lumière. Elle s'explique d'autre part par le fait que la compétition herbacée a été relativement réduite au moins les deux premières années. Les plants, qui ont bénéficié dans cette expérimentation de très bonnes conditions de sol et de climat (pas de sécheresse marquée), ont pu surmonter facilement le choc de transplantation et s'installer dans une végétation au sol relativement peu compétitrice (pas de développement d'un fort tapis de graminées par exemple). Dans ces conditions, la réduction de cette végétation par l'accompagnement ligneux par rapport au témoin, a eu un bénéfice limité sur le développement des chênes. Il faut souligner que les cas de facilitation indirecte, reportés dans la littérature (par exemple GÓMEZ-APARICIO *et al.*, 2004), concernent le plus souvent des milieux et des climats difficiles, comme en zone semi-aride, dans lesquels un abri ligneux permet d'atténuer les contraintes du plein découvert (excès de radiations lumineuses, températures élevées etc.) ou des milieux avec des facteurs biotiques très pénalisants (forte herbivorie ou forte concurrence par la végétation par exemple).

Cependant, la présence d'un accompagnement ligneux a permis d'améliorer la forme des chênes. Ceux-ci sont en effet plus élancés et présentent une plus forte dominance api-

cale par rapport au plein découvert, ce qui vérifie notre troisième hypothèse.

L'installation d'un accompagnement présente donc des avantages et des contraintes qui doivent être réfléchis par rapport aux objectifs poursuivis. Cherche-t-on en priorité à maximiser la croissance de plantes cibles ou du peuplement dans son ensemble, à créer à terme un mélange, à cibler une amélioration de la forme pour produire des arbres de meilleure qualité... ? Une fois ces objectifs définis, le choix des espèces et de leur densité peut être abordé. Dans cette expérimentation, le pin d'Alep, avec son houppier relativement transparent, s'est avéré par exemple un meilleur candidat que l'arbuste, fixateur d'azote, mais interceptant trop fortement la lumière. Le chêne vert s'est avéré aussi plus capable de supporter des conditions d'accompagnement dense (réduction de la disponibilité en lumière et en eau) que le chêne blanc. Les stratégies d'installation, dans le temps et dans l'espace, de l'accompagnement et des plantes cibles peuvent être ensuite variées : introduction simultanée et en mélange pied à pied des espèces cibles et des autres ligneux, comme dans cette étude, ou en utilisant une disposition par bandes ou par blocs, ou encore en installant l'accompagnement avant les plantes cibles (KELTY, 2006).

L'utilisation d'un accompagnement ligneux dans les plantations en terrain nu est une option intéressante pour construire rapidement une structure forestière et un mélange (par exemple pin et chêne). Une gestion active est cependant indispensable pour contrôler la nature et l'intensité des interactions entre l'accompagnement ligneux et les espèces cibles.

Bernard PRÉVOSTO  
Christian RIPERT  
Jordane GAVINET  
Roland ESTÈVE  
Jean-Michel LOPEZ  
Fabien GUERRA  
Mathieu AUDOUARD  
Christian TRAVAGLINI  
IRSTEA  
Ecosystèmes  
méditerranéens  
et risque  
3275 route de  
Cézanne CS 40061  
13182 Aix-en-  
Provence cedex 5,  
Mél :  
bernard.prevosto@  
irstea.fr

#### Photos 2 :

- a : en 2 ans la coronille forme un couvert très dense.
- b : sous coronille, le chêne vert est capable de persister au prix d'une croissance réduite.
- c : dans les accompagnements avec pin, les caractéristiques morphologiques des chênes sont améliorées par rapport au découvert.



## Bibliographie

## Remerciements

Les auteurs remercient Willy Martin, Aminata N'Diaye, Yogan Monnier, Aude Corbani, Gautier de Boisgelin pour leur contribution aux expérimentations. Ils remercient également la commune de Barbentane pour la mise à disposition d'un terrain pour cette expérimentation.

Cette étude a bénéficié du soutien du ministère de l'Ecologie, du Développement durable et de l'Energie (MEDDE-DEB) et de la Région PACA.

- Barbéro M., Quézel P., Loisel R., 1990. Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Forêt Méditerranéenne* XXII : 194-215.
- Bertness, M.D. & Callaway, R.M. (1994) Positive interactions in communities. *Trends Ecol. Evol.*, 9, 191-193.
- Frochot H., Armand G., Gama A., Nouveau M., Wehrlen L., 2002. La gestion de la végétation accompagnatrice: état et perspective. *Rev. For. Fr.* LIV (6): 505-520.
- 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. *Ecol. Appl.*, 14: 1128-1138.
- Kelty, M.J. (2006) The role of species mixture in plantation forestry. *For. Ecol. Manage.*, 233, 195-204.
- Levine, J.M. (1999) Indirect facilitation: evidence and predictions from a riparian community. *Ecology*, 80, 1762-1769.
- Mediavilla, S., Escudero, A., 2010. Differences in biomass allocation patterns between saplings of two co-occurring Mediterranean oaks as reflecting different strategies in the use of light and water. *Eur. J. For. Res.* 129, 697-706.
- 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.
- Prévosto B., Ripert C., 2011. Les forêts mélangées en région méditerranéenne: quels bénéfices et comment créer le mélange ? *Forêt Méditerranéenne*, t XXXII, 21: 187-196.
- 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

Une plantation expérimentale de chênes (*Q. ilex*, *Q. pubescens*) avec un accompagnement ligneux de pin d'Alep et de coronille a été réalisée afin d'analyser l'influence des espèces ligneuses accompagnatrices sur la survie, la croissance et la morphologie des chênes sur une période de sept années. La végétation au sol a été, soit enlevée, soit laissée en place, pour détecter une éventuelle facilitation indirecte. Les résultats montrent que ce sont les relations de compétition qui dominent. La survie est fortement réduite pour le chêne blanc sous coronille en raison d'une interception forte de la lumière. Pour les deux chênes, la croissance est toujours plus forte dans les témoins que dans les traitements avec accompagnement, même dans le système enherbé. L'accompagnement avec pin d'Alep est cependant plus favorable que le traitement avec coronille pour le développement initial des chênes. En revanche, la forme des chênes est améliorée par l'accompagnement : les plants sont plus élancés, présentent un houppier moins large et un port moins buissonnant. Sur la base de ces résultats, nous soulignons l'importance de bien identifier les objectifs poursuivis avant d'installer une plantation mixte (par exemple maximiser la croissance des espèces cibles, ou celle du mélange, améliorer la morphologie, etc.) et la nécessité d'une gestion active pour contrôler les effets potentiels indésirables de la végétation accompagnatrice sur les espèces cibles.

## Summary

### Planting Mediterranean oaks along with other woody species: better form but weaker growth

An experimental plantation of Mediterranean oaks (*Q. ilex*, *Q. pubescens*) using accompanying woody species (Aleppo pine and coronilla shrub) was set up in order to analyse the influence of the accompanying species over 7 years on survival, growth and morphology of target oaks. The ground vegetation was either left growing or removed in order to detect a potential indirect facilitation.

Results showed that competition is the dominant process. Survival is largely reduced for the downy oak growing with coronilla shrubs due to high light interception. For both oaks, growth is always higher in the control treatment than in treatments with neighbours even in the weeded system. However, the treatment with pine neighbours is more favourable than the treatment with coronilla shrubs for the initial development of oaks. In contrast, the form of the oaks is improved par the presence of neighbours: seedlings are slenderer, exhibit a narrower crown and a less bushy form. From our results, we emphasise the need to clearly identify the main objectives before establishing a mixed plantation (e.g. maximizing growth of the target species, or the growth of the mixture, improving morphology, etc.) and to use active management to control potential undesirable effects of the neighbouring vegetation on target plants.