

Sylviculture adaptative pour le sapin pectiné dans l'arrière-pays méditerranéen – constitution d'un réseau d'essais

par Jean Ladier¹⁾ Hendrik Davi²⁾, Louis Amandier³⁾,

1) ONF

2) Inra

3) CNPF-CRPF Provence-Alpes-Côte d'Azur

Le forestier dispose de plusieurs options de gestion pour anticiper les changements climatiques. L'une d'elle consiste à réduire la surface foliaire, de manière à diminuer la concurrence pour l'eau dans le peuplement. Cela permet normalement de limiter les dépérissements lorsque les déficits hydriques sont marqués. Un réseau d'essais souhaite traduire ce principe en préconisations sylvicoles et en vérifier la pertinence en contexte montagnard méditerranéen.

Motivation et objectif du projet

La canicule de 2003 et les sécheresses, subies par la région méditerranéenne jusqu'en 2007, ont généré des dépérissements inquiétants en moyenne montagne¹⁾. Les sapinières de basse altitude ont particulièrement souffert. Ce phénomène confirme les projections réalisées par la recherche²⁾: les changements climatiques attendus sont de nature à provoquer une forte régression du sapin en latitude et en altitude. Les sapinières méridionales font ainsi partie des écosystèmes les plus menacés par les changements climatiques.

La gestion des peuplements en climat changeant a fait l'objet de nombreux travaux. Parmi les préconisations générales, le raccourcissement des révolutions et la diversification des essences sont normalement déjà intégrés dans les plans de gestion. Mais la réduction de la surface foliaire reste le principal levier proposé par la recherche pour adapter rapidement les peuplements en place à un déficit hydrique récurrent³⁾. Ce principe n'est pas encore mis en œuvre dans le sud de la France et pose question en contexte montagnard méditerranéen, caractérisé par une gestion extensive et des difficultés d'exploitation. En effet, le forestier a du mal à appréhender la surface foliaire, et pour cause: elle n'est pas corrélée simplement aux paramètres sylvicoles qu'il contrôle. Il ne peut la moduler que par le biais d'une réduction de la densité qui sera sans doute en partie compensée par le développement du sous-étage. Il lui manque, en tout cas, des références pour ajuster sa gestion.

L'objectif du projet est de contribuer à répondre à ce besoin en créant un réseau d'essais pour vérifier la pertinence et l'efficacité d'une sylviculture à faible densité visant à réduire la compétition entre individus pour la ressource en eau dans les sapinières méridionales.

Méthode

Critères de choix des sites

Les caractéristiques des sites recherchés découlent directement de la question posée. Le succès de l'expérimentation⁴⁾ dépend de ce choix.

• Caractéristiques écologiques:

> **sapinière « chaude »** située à basse altitude, près de la limite inférieure du sapin. En effet, les dépérissements massifs touchent surtout les sapinières du montagnard inférieur.

> **absence de dépérissement**: d'après les expériences de gestion des sapinières dépérissantes, la réduction de densité par extraction des arbres affaiblis ne permet pas d'enrayer le déclin du peuplement. On cherche donc une sapinière menacée, mais qui est encore en bonne santé.

> **bonne fertilité**: Les différences seront plus faciles à mettre en évidence si les conditions de croissance sont bonnes. De plus, les enjeux concernent surtout les sapinières de production qui bénéficient d'une sylviculture relativement intensive.

• Caractéristiques sylvicoles permettant la comparaison entre plusieurs traitements:

> **futaie régulière** de préférence, ou avec une seule strate. Le contrôle des conditions de croissance et du niveau de concurrence est plus aisé en peuplement régulier. Les comparaisons entre modalités, tant à l'échelle du peuplement qu'à l'échelle de l'arbre seront également plus faciles et plus fiables.

> **âge moyen**: entre 50 et 100 ans. Les modalités testées concernent la phase d'amélioration. On exclut donc les stades juvéniles, *a priori* moins sensibles aux effets des changements climatiques, et les stades matures, plus vulnérables mais pour lesquels la

1) ONF, 2013.

2) Badeau *et al.*, 2007.

3) Legay *et al.*, 2006.

4) Rosa *et al.*, 2012.



Modalités éclaircie (à gauche) et témoin (à droite) sur le dispositif expérimental de l'Issole.

réponse est plutôt le renouvellement anticipé que la diminution du niveau de concurrence.

- > **pas d'intervention forte récente** : le peuplement ne doit pas être en train de réagir à une éclaircie récente car cela masquerait les différences entre modalités.

Avec, bien sûr, une surface suffisante (1 ha si deux modalités ou 1,5 ha si trois modalités) et homogène :

- > **station** : topographie régulière, un seul type de roche et de matériau, profondeur de sol peu variable.
- > **peuplement** : dimension et densité des arbres peu variables entre modalités et au sein des modalités.

Modalités testées

Comment définir une sylviculture à faible densité ? Une sylviculture « normale » telle qu'elle est définie dans les guides de sylviculture en vigueur pour les Alpes du Sud et les Pyrénées est caractérisée par une surface terrière proche de 30 m²/ha après éclaircie et conduit à un peuplement objectif de 200 t/ha. Comme la question concerne les peuplements en phase d'amélioration, nous avons choisi de rester entre ces valeurs seuils, en diminuant le capital sur pied sans descendre au-dessous de la densité finale de 200 t/ha.

L'installation des dispositifs expérimentaux nécessite donc une éclaircie forte. Pour un dispositif à deux modalités, celles-ci sont :

- > **témoin**. On conserve la densité initiale du

peuplement en place, qui correspond à la sylviculture appliquée.

- > **sylviculture à densité très faible** : éclaircie très forte ramenant la densité à la moitié de la densité du témoin (sans descendre en deçà de 200 t/ha) et la surface terrière à 20 m²/ha (soit environ la moitié de la surface terrière du témoin si le peuplement n'a pas subi d'intervention récente).

Pour un dispositif à trois modalités, on ajoute un niveau de densité intermédiaire :

- > éclaircie forte ramenant le peuplement à une densité et une surface terrière égales à la moyenne de celles des modalités extrêmes. Au cours des années suivant l'installation, la modalité témoin subit la gestion courante appliquée sur le reste de la parcelle. Si une éclaircie est pratiquée dans le témoin, l'opportunité d'une intervention simultanée dans les autres modalités est examinée, afin de conserver une surface terrière inférieure à 30 m²/ha sans descendre en-deçà de 200 t/ha.

Mesures et observations

Le protocole expérimental comprend un protocole d'installation pour assurer la durabilité de la matérialisation des placettes et un protocole d'observation précis pour un suivi rigoureux (voir encadré 1). Les observations portent d'une part sur l'évolution du peuplement, le développement du sous-bois et la régénération naturelle, d'autre part sur le comportement des arbres objectifs, dont quarante sont suivis individuellement en croissance et état sanitaire.

Encadré 1 : Qu'observe-t-on sur les dispositifs expérimentaux ?

1. Suivi à l'échelle du peuplement pour chaque modalité :

- **surface terrière et diamètre moyen**, pour suivre la croissance du peuplement, et quantifier le sacrifice de production provoqué par les éclaircies fortes,
- **indice foliaire**, d'une part pour permettre une évaluation du bilan hydrique, d'autre part pour tenter de relier indice foliaire et dendrométrie,
- **volume et composition de la végétation concurrente**, pour quantifier la concurrence potentielle du sous-bois dans un peuplement clair, et évaluer l'augmentation concomitante de la combustibilité,
- **régénération** naturelle du sapin (densité et hauteur des semis).

2. Suivi individuel d'un échantillon d'arbres objectifs pour chaque modalité :

- **croissance** (diamètre, hauteur),
- **état sanitaire** (coloration anormale, mortalité de branches, déficit foliaire) – protocole DSF.

Description du réseau d'essais

Deux dispositifs expérimentaux sont installés dans des peuplements en situation critique dans les Alpes du Sud. L'éclaircie a été réalisée au cours de l'intersaison 2012-2013. Le réseau ainsi initié comprend pour le moment quatre essais ou blocs à deux modalités. Une recherche d'autres essais pouvant être mis en réseau est effectuée, afin de grouper des dispositifs comparables à des répétitions, et produire des résultats plus robustes et extrapolables. Seul un essai similaire, implanté dans le cadre du projet européen FOR CLIMADAPT, est identifié et intégré.

Présentation du dispositif de l'Issole

Le dispositif est installé en Haute-Provence, dans les Préalpes de Castellane, en forêt domaniale de l'Issole. La surface homogène choisie pour l'expérimentation couvre environ 0,75 ha, ce qui permet de tester seulement deux niveaux de densité. Le site se situe en climat montagnard moyen, sur pente forte, avec un sol peu épais riche en pierres et blocs sur altérite de calcaire argileux fracturé.

La sapinière est une futaie régulière issue d'une colonisation naturelle sous pin sylvestre. Après éclaircie, les caractéristiques de peuplement dans les deux modalités correspondent exactement à l'objectif fixé.

Les arbres observés montrent un état de santé globalement bon. Les individus présentant des signes de stress ou de moindre vigueur cumulent généralement plusieurs symptômes. Huit arbres objectifs, répartis équitablement entre les deux modalités, sont visiblement affaiblis.

Ce dispositif est installé dans des conditions bien contrôlées et très homogènes, hormis une petite différence de fertilité qui n'est pas de nature à biaiser les résultats.

Présentation du dispositif de Clans

Le dispositif est installé dans les Alpes-Maritimes, dans la vallée de la Tinée, en forêt domaniale de Clans. La surface homogène choisie pour l'expérimentation couvre environ un hectare, en deux parties, avec deux modalités. Le site se situe en climat montagnard inférieur, sur un versant d'ubac en pente très forte. Le sol est peu épais, riche en cailloux, sur une assise de grès et de schiste altérés.

Les deux parties qui correspondent aux deux modalités de l'expérimentation ne présentaient initialement pas des caractéristiques identiques. La partie supérieure contenait moins

d'arbres de gros diamètre. Cela a été mis à profit pour limiter le volume de bois perdu dans la modalité « éclaircie », mais cette dérogation aux critères de sélection induit un biais difficilement quantifiable. Le peuplement est une futaie irrégulière qui, bien que représentative de la majorité des sapinières des Alpes du Sud, induit un contexte hétérogène qui complique l'expérimentation. Cet inconvénient devrait être atténué par le principe du suivi individuel d'arbres objectifs.

Le souci principal concerne l'état sanitaire initial des arbres échantillonnés, qui est moins bon dans la modalité éclaircie. Cette différence entre dans les deux parcelles expérimentales était difficilement prévisible au moment de l'installation du dispositif. Elle ne remet pas en cause le suivi qui est programmé mais rendra, de fait, plus délicate l'interprétation des résultats.

Présentation du dispositif de Picaussel

Le dispositif est installé dans l'Aude sur le plateau de Sault, en forêt domaniale de Comefroide-Picaussel, en climat montagnard inférieur, dans deux parcelles distinctes, l'une sur pente moyenne en bas de versant, l'autre à plat dans la vallée. La surface homogène choisie pour l'expérimentation couvre environ un hectare de chaque côté. Ce dispositif est constitué de deux blocs à deux modalités. Le sol du bloc 1 sur pente est un calcisol colluvial sur calcaire compact fracturé, tandis que le bloc 2 sur terrain plat est assis sur une alluvion ancienne.

Les peuplements étudiés sont des futaies régulières de fertilité 1, parfaitement homogènes au départ, hormis une petite différence de fertilité entre les deux modalités du bloc 1. L'éclaircie a été réalisée début 2012.

Premier bilan

Le choix des sites a été fortement limité du fait de la difficulté à trouver des surfaces homogènes pouvant accueillir les dispositifs. C'est pourquoi seuls deux niveaux de densité au lieu des trois souhaités ont été installés. L'effectif du réseau est certes faible aujourd'hui mais il a **vocation à être étoffé par d'autres dispositifs compatibles**, afin d'étendre la palette des contextes d'expérimentation.

L'expérimentation en foresterie demande du temps, et celle-ci est particulièrement tributaire des aléas climatiques susceptibles d'affecter la croissance et la santé des sapins. **Le suivi du réseau est prévu sur 12 ans.** Les essais

Encadré 2 : Principales caractéristiques des sites

• **Caractéristiques climatiques** : Les données climatiques fournies ici sont des normales pour la période 1971-2000 d'après la grille AuRelHy de Météo-France. Un suivi précis des précipitations et températures est assuré grâce à une station météorologique automatique installée à proximité de chaque essai dans le cadre d'autres travaux de recherche.

	Altitude	Précipitations annuelles	Tmoy	Tmin	Tmax
Issole (04)	1350 à 1 400 m	980 mm	8,0°C	-6,9°C	25,7°C
Clans (06)	1200 à 1 300 m	1 090 mm	10,0°C	-2,3°C	25,2°C
Picaussel (11)	860 m	1 150 mm	10,1°C	-1,2°C	23,8°C

• **Caractéristiques sylvicoles**

	Âge	Hauteur dominante	Densité	Modalité éclaircie			Modalité témoin			
				Surface terrière	Diamètre moyen	Indice foliaire	Densité	Surface terrière	Diamètre moyen	Indice foliaire
Issole (04)	~90 ans	19 m	350 t/ha	18 m ² /ha	26 cm	2,7	700 t/ha	36 m ² /ha	26 cm	4,5
Clans (06)	-	29 m	240 t/ha	18 m ² /ha	31 cm	2,3	335 t/ha	41 m ² /ha	39 cm	5,2
Picaussel (11) bloc 1	~75 ans	25 m	186 t/ha	20 m ² /ha	37 cm	3,1	402 t/ha	47 m ² /ha	39 cm	5,4
Picaussel (11) bloc 2	~55 ans	25 m	207 t/ha	21 m ² /ha	36 cm	2,0	413 t/ha	42 m ² /ha	36 cm	4,8

font l'objet d'une mesure initiale durant l'année suivant l'installation. Une nouvelle mesure est prévue tous les 2 ans. Un bilan à mi-parcours sera réalisé pour évaluer les premières observations.

Le site de Picaussel, qui a été implanté avant les deux autres, a fait l'objet d'une mesure après un an, début 2013, afin de synchroniser le calendrier de mesure du réseau. Les caractéristiques de la végétation et de la régénération naturelle dans la modalité éclaircie révèlent encore l'impact de l'exploitation plus que la conséquence de l'ouverture du peuplement. Dans cette même modalité, la croissance radiale des arbres échantillons est déjà stimulée par la réduction de la concurrence, mais on ne peut pas encore déceler un effet sur leur état de santé.

Perspectives

Sur le plan sylvicole, le maintien d'une densité faible, pour une essence telle que le sapin pectiné, n'est pas une simple modulation de la gestion habituelle. Il aura sans doute des **conséquences importantes sur la structure des peuplements ainsi que sur le type d'intervention**. Ainsi, la faible densité devrait logiquement enclencher une régénération naturelle précoce et l'évolution vers une futaie à deux étages, imposant une réduction de cette nouvelle génération avant qu'elle ne soit trop consommatrice d'eau.

Mais pour le sylviculteur, confirmer l'intérêt technique d'une sylviculture à faible densité pour adapter la résistance des sapins aux sécheresses ne suffit pas. Il a également **besoin d'un bilan économique de cette sylviculture**. En effet, la forte diminution du capital sur pied réduit, de fait, le volume de bois produit pendant la phase d'amélioration. La baisse de revenu associée doit être mise en balance avec le risque de perte liée au dépérissement possible dans le cadre d'une sylviculture « classique ». Par ailleurs, la stimulation de l'accroissement radial augmentera les largeurs de cernes tandis que l'éclaircissement des troncs provoquera probablement l'apparition de gourmands. **On prend donc le risque de produire des grumes de moindre qualité**, au grain plus grossier et avec des défauts. Dans cette optique, il serait intéressant que cette expérimentation puisse contribuer à fournir des données d'entrée à une étude économique.

Enfin, ces dispositifs ont également **vocation à être des sites de démonstration**. L'un d'eux a déjà servi de support en 2013 dans le cadre d'une formation organisée par le CRPF. C'est un premier exemple de valorisation du réseau au-delà de son objectif expérimental. C'est aussi une concrétisation, sur le terrain, de la collaboration entre les acteurs de la forêt publique et de la forêt privée, que le RMT Aforce contribue à promouvoir. ■

Ce projet financé par le RMT Aforce associe l'ONF, l'Inra d'Avignon, le CRPF Provence-Alpes-Côte d'Azur, le CRPF Languedoc-Roussillon et le Département de la Santé des Forêts.

Bibliographie

- Badeau V., Dupouey J.L., Cluzeau C., Drapier J., 2007. *Aires potentielles de répartition des essences forestières d'ici 2100*. Rendez-vous techniques de l'ONF, hors-série n°3 «Forêts et milieux naturels face aux changements climatiques», pp. 62-66.
- Legay M., Ginisty C., Bréda N., 2006. *Que peut faire le forestier face au risque de sécheresse ?* - Rendez-vous techniques de l'ONF, n°11, pp 35-40.
- ONF, 2013. *Observatoire du dépérissement des forêts des Alpes maritimes* - synthèse des campagnes d'observation de 2008 à 2012. ONF, pôle R&D d'Avignon, 58 p.
- Rosa J., Riou-Nivert P., Paillasa E., 2012. *Guide de l'expérimentation forestière. Principes de base. Prise en compte du changement climatique*. IDF, 224 p.

Résumé

Pour vérifier la pertinence et l'efficacité d'une sylviculture à faible densité, un réseau d'essais est mis en place pour les sapinières méridionales. La compétition entre individus pour la ressource en eau, l'intérêt économique de cette sylviculture diminuant le volume de bois sur pied seront étudiés afin d'aboutir à des préconisations sylvicoles pertinentes en contexte montagnard méditerranéen.

Mots-clés : changement climatique, sapin pectiné, sylviculture adaptative, faible densité, région montagnarde méditerranéenne.