

Gestion et renouvellement des sapinières menacées par le changement climatique

par Jean LADIER

La zone méditerranéenne est considérée comme une des zones les plus vulnérables face aux changements climatiques. Le projet Med ForClimadapt a rassemblé de nombreux partenaires qui ont expérimenté différentes techniques en vue d'adapter les espaces forestiers méditerranéens aux changements annoncés. En France, l'Office national des forêts a étudié de nouvelles modalités de gestion des sapinières méridionales.

Introduction

Les sapinières méridionales montrent, depuis dix ans, des signes de faiblesse, avec des mortalités d'arbres d'abord diffuses mais pouvant aller jusqu'à l'anéantissement de certains peuplements de production. Le forestier se trouve démunie face à ce dépérissement rapide dont les causes sont principalement d'ordre climatique. C'est ce qui a incité l'ONF à s'impliquer dans le projet For Climadapt « Adaptation des espaces forestiers méditerranéens aux effets des changements climatiques » dans le but d'expérimenter, d'une part, de nouvelles modalités de gestion des sapinières en place et, d'autre part, la substitution du sapin par le cèdre de l'Atlas.

Contexte

La situation du sapin pectiné en montagne méditerranéenne

Le sapin pectiné occupe une place significative dans les massifs pyrénéen et alpin. Il se trouve soumis, dans la partie orientale des Pyrénées et dans la moitié sud des Alpes, à des influences climatiques méditerranéennes qui limitent son extension vers le sud. Pour autant, les sapinières situées en limite méridionale de l'aire française du sapin ont une valeur écologique importante et gardent un rôle de production de bois.

Les sapinières « chaudes » situées à basse altitude, montrent depuis plus de 30 ans des signes de dépérissement plus ou moins diffus, sur-



Photo 1 :
Les sapinières du pays de Sault dans l'Aude sont déjà affectées par les périodes de sécheresse.

tout lorsqu'elles sont infestées par le gui. Ces déprésements ont pris une ampleur inquiétante et sans précédent, avec de fortes mortalités, suite à la canicule de 2003 et à la période de sécheresse qui s'est prolongée jusqu'en 2007 dans le sud-est de la France. Le stress hydrique provoqué par ces conditions climatiques est considéré comme étant la cause principale des déprésements.

Il est communément admis que les anomalies climatiques des années 2000 sont des manifestations du changement climatique en cours, tout comme l'évolution des températures moyennes qui font de cette dernière décennie la plus chaude depuis que l'on dispose de données météorologiques. Les scénarios d'évolution du climat, appliqués à l'aire naturelle du sapin pectiné convergent, malgré leurs incertitudes, pour prédire une régression forte de celui-ci se concrétisant notamment par sa disparition dans les Préalpes du sud et sur le plateau de Sault, dans l'Aude. Autant le sapin est peu étendu avec des croissances médiocres dans les Préalpes du Sud, autant il est productif et réputé dans le pays de Sault, petite région naturelle aux confins de l'Ariège, dont il marque fortement les paysages et l'identité.

Stratégies possibles et questions

Deux stratégies s'offrent au gestionnaire pour adapter les sapinières méridionales au changement climatique : soit augmenter la résistance et la résilience des peuplements

en place, soit remplacer le sapin par une essence qui supportera mieux les accidents climatiques et le climat futur.

L'augmentation de la résistance et de la résilience des peuplements en place concerne principalement les peuplements réguliers en phase d'amélioration et les peuplements irréguliers. Des consignes générales telles que le maintien des essences d'accompagnement font partie de la gestion courante. En revanche, le contrôle du bilan hydrique par la réduction de la surface foliaire est un principe plus spécifique et novateur, proposé par la recherche forestière, qui n'a pas été expérimenté dans le sud de la France. L'idée est assez simple : la réduction de la couverture des végétaux ligneux diminue l'interception des pluies, donc favorise le stockage d'eau dans le sol et, dans le même temps, limite l'évapotranspiration du peuplement.

Ce principe présente l'énorme avantage d'une mise en œuvre rapide, lors des coupes, mais amène cependant de nombreuses questions. Tout d'abord, le forestier ne maîtrise pas directement la surface foliaire, dont l'estimation grâce à l'indice foliaire ou LAI (*Leaf Area Index*) est délicate. Il ne peut agir qu'indirectement en modulant la densité du peuplement, en sachant qu'aucune relation simple n'existe entre densité et LAI. De fait, si une baisse de densité réduit mécaniquement la surface foliaire à court terme, la fermeture du couvert ou le développement du sous-bois tendra à compenser cette réduction, sans compter la régénération naturelle qui peut être enclenchée par la coupe. Cela suppose donc un suivi fin qui est peu compatible avec la sylviculture extensive, caractérisée par des interventions peu fréquentes et fortes, mise en œuvre en montagne méditerranéenne. Ensuite, il n'est pas certain qu'une densité très faible soit totalement bénéfique pour les arbres conservés, le sapin pectiné, espèce sciaphile, pouvant développer des gourmands, voire des coups de soleil.

La question du remplacement du sapin pectiné se pose dans les peuplements qui arrivent au stade du renouvellement et, bien sûr, dans les sapinières ruinées par un taux élevé de mortalité. L'essence alternative à laquelle on pense le plus souvent est le cèdre de l'Atlas. Naturalisée en France depuis plus d'un siècle, cette essence apprécie le climat des montagnes méditerranéennes, présente une croissance forte, fournit un bois de qualité et possède des qualités esthétiques et paysagères.

Cependant, le cèdre de l'Atlas est surtout présent en France dans l'étage supraméditerranéen et on manque de recul sur son utilisation dans l'étage montagnard. Bien que les cédraies françaises de première ou de seconde génération soient globalement en bonne santé, les mortalités importantes observées dans son aire d'origine montrent les limites de sa résistance à la sécheresse.

Les actions menées

Trois sites expérimentaux ont été implantés dans le cadre du projet, deux en pays de Sault, dans le département de l'Aude, le troisième dans les Préalpes de Grasse, dans le département de Alpes-Maritimes. Ces trois sites sont complémentaires et destinés à apporter des éléments de réponse à trois questions.

La forêt domaniale de Comefroide-Picaussel, située sur le plateau de Sault entre 900 et 1000 mètres d'altitude, a subi des mortalités importantes consécutives aux sécheresses récentes. Nous y étudions la pertinence et l'efficacité d'une sylviculture à faible densité.

La forêt domaniale de Callong-Mirailles est située également sur le plateau de Sault entre 1000 et 1100 mètres d'altitude. Une plantation de cèdre de l'Atlas y a été réalisée, à l'emplacement d'une ancienne sapinière dépréssante qui n'avait pu être régénérée naturellement. Cette plantation comporte une partie expérimentale comparant quatre provenances françaises.

La forêt domaniale de Nans est située sur le premier relief des Préalpes de Grasse. Le

climat y est plus chaud et plus contrasté que sur les versants d'ubac qui, à quelques kilomètres de là, portent les premières sapinières. Ce climat peut être rapproché de celui que subiront ces versants actuellement en sapin au cours du XXI^e siècle. Nous y étudions la pertinence et l'efficacité d'une sylviculture à faible densité dans une jeune cédraie.

Pertinence et efficacité d'une sylviculture à faible densité dans une sapinière en situation écologique critique

Sur le site de Comefroide-Picaussel dans le département de l'Aude, le principe est, à partir d'un peuplement homogène géré selon les normes en vigueur, d'observer l'effet d'une réduction forte de la densité. En la matière, le choix du site conditionne le succès de l'expérimentation. C'est pourquoi il devait répondre à plusieurs exigences. D'abord des caractéristiques écologiques : on recherchait une sapinière « chaude », située à basse altitude en limite écologique, mais sans signe de déclin. En effet, d'après les expériences de gestion des sapinières dépréssantes, la réduction de densité par extraction des arbres affaiblis ne permet pas d'enrayer le déclin du peuplement. Cette sapinière devait présenter une bonne fertilité, car les différences sont plus faciles à mettre en évidence si la croissance est bonne. De plus, les enjeux concernent surtout les sapinières les plus productives, indépendamment de leurs autres fonctions. Ensuite, des caractéristiques sylvicoles : une futaie régulière de préférence ou avec une seule strate, car le

Photos 2 et 3 :
Bloc 1 du dispositif de Picaussel.
Modalités témoin (à gauche) et éclaircie (à droite)
Photos J. Ladier /ONF



contrôle du niveau de concurrence est plus aisé en peuplement régulier et les comparaisons entre modalités s'en trouvent facilitées. Enfin, un peuplement n'ayant pas subi d'intervention récente et un âge moyen, entre 50 et 100 ans. On exclut les stades juvéniles, a priori moins sensibles aux effets des changements climatiques, et les stades matures, plus vulnérables, mais pour lesquels la réponse est plutôt le renouvellement anticipé que la diminution du niveau de concurrence. Tout cela sur une surface homogène suffisante.

L'expérimentation a   t  e installée dans deux parcelles forestières distinctes, une sapinière de 75 ans sur pente et une sapi  re de 55 ans sur terrain plat. La surface homogène choisie pour l'expérimentation couvre environ 1 ha dans chaque parcelle.

La densité initiale de ces peuplements était de 400 arbres par hectare. Celle-ci a été conservée sur la moitié de la surface, en tant que t  moign. Sur la seconde moitié, une éclaircie forte a   t  e pratiqu  e début 2012 pour ne garder que 200 arbres/ha, abaissant brutalement la densité à celle du peuplement objectif, alors qu'une sylviculture classique préconise de le faire progressivement en deux ou trois fois. Le dispositif est donc constitué de deux répétitions à deux modalités, soit quatre unités expérimentales.

Plusieurs types d'observations sont réalisés pour suivre à la fois l'évolution du peuplement, la croissance et la santé des arbres d'avenir, la régénération naturelle et le développement de la végétation du sous-bois. A l'échelle du peuplement, des inventaires permettent de calculer la surface terrière et le diamètre moyen. On peut ainsi connaître la croissance du peuplement et quantifier le sacrifice de production provoqué par l'éclaircie forte. L'indice foliaire est estimé à l'aide

d'un analyseur de couvert, d'une part pour permettre une évaluation du bilan hydrique, d'autre part pour tenter de relier indice foliaire et dendrom  trie. Le volume et la composition de la végétation concurrente sont notés pour quantifier la concurrence potentielle du sous-bois dans un peuplement clair, et évaluer l'augmentation concomitante de la combustibilité. La densité et la hauteur des semis de sapin sont de même suivis. Dans chaque unité expérimentale, 40 arbres objectifs sont suivis individuellement en circonférence et hauteur. Parmi ces 40 arbres, un sous-échantillon d'une quinzaine fait l'objet de notations sanitaires : déficit foliaire, branches mortes, présence de gui, etc.

Ce dispositif sera suivi au moins pendant 8 ans, pour tirer des enseignements fiables avec le recul nécessaire. Nous n'avons, à la fin du projet For Climadapt, qu'un pr  mice de résultat après une saison de végétation. Les arbres objectifs montrent logiquement une croissance en diamètre plus importante dans les modalités éclaircies. Cet effet direct de la diminution de concurrence devrait perdurer et s'accentuer. En revanche, leur état sanitaire ne se distingue pas encore. Le déficit foliaire augmente un peu globalement, avec des divergences fortes entre individus, sans que l'on puisse proposer une interprétation simple.

Transformation d'une sapi  re après échec de régénération naturelle : plantation de cèdre de l'Atlas avec comparaison de provenances

Ce deuxième site se situe dans la forêt domaniale de Callong-Mirailles, également dans le département de l'Aude. La plantation de cèdre a   t  e réalisée au printemps 2013 sur près de 8 hectares. La reprise est très bonne. L'abrutissement par la faune sauvage a   t  e contrôlé grâce à l'application d'un répulsif. Quelques plants ont   t  e d  t  r  s par les sangliers.

La partie non expérimentale est constituée de la provenance Rialsesse, qui est supposée la mieux adaptée, car la plus proche. La partie expérimentale couvre 0,7 ha. Nous projections de comparer les performances et l'adaptation de l'ensemble des provenances françaises de C  dre de l'Atlas, mais des pro-



Photo 4 :
Jeune plant de cèdre de l'Atlas en phase de débourrement au printemps 2013. Site de Callong-Mirailles.
Photo J. Ladier /ONF

blèmes de disponibilité et de qualité des lots de semences ont restreint le choix à quatre provenances méridionales :

– *Provenance Rialsesse*. Il s'agit de la provenance « locale ». Le peuplement source est situé dans les Corbières occidentales, dans le département de l'Aude, à une cinquantaine de kilomètres de la forêt de Callong. Il se trouve cependant à une altitude plus basse, en climat supraméditerranéen, et sur substrat siliceux ;

– *Provenance Mont-Ventoux*. Ce peuplement de cèdre est inscrit en catégorie testée. Il se trouve en Haute-Provence vers 1000 mètres d'altitude, en climat supraméditerranéen, sur calcaire dur ;

– *Provenance Saumon*. Le peuplement de Saumon est également inscrit en catégorie testée. Il se trouve dans les Préalpes du Sud au-dessus de Digne-les-Bains, à une altitude de 1000 mètres, en climat supraméditerranéen, sur calcaire dur ;

– *Provenance Issole*. Le peuplement source est localisé dans les Préalpes du Sud, dans la vallée de l'Issole, vers 1300 mètres d'altitude, en climat montagnard inférieur, sur calcaire dur.

Pour obtenir des résultats fiables et mettre en évidence les différences de comportement entre provenances, le dispositif expérimental est organisé sur le terrain en « blocs », chaque bloc contenant les quatre provenances testées est une répétition dans un contexte écologique précis. La structure définitive du dispositif a été définie après la préparation du terrain, sur la base d'une prospection des surfaces homogènes. Il comprend 12 blocs complets, chaque bloc étant constitué en standard de quatre lignes plantation, à raison d'une ligne de 24 plants par provenance, soit plus de 1000 plants au total.

Cette plantation sera suivie pendant au moins 15 ans pour en tirer des enseignements sur l'utilisation des ces provenances de cèdre en contexte de sapinière.

ments sur l'utilisation des ces provenances de cèdre en contexte de sapinière.

Pertinence et efficacité d'une sylviculture à faible densité dans une jeune cédraie en climat supraméditerranéen

Dans le troisième site, en forêt domaniale de Nans dans les Alpes-Maritimes, le principe est le même que pour l'expérimentation en sapinière dans la forêt de Comefroide-Picaussel, appliqué au peuplement qui pourrait remplacer la sapinière et dans des conditions climatiques qu'il connaîtra à moyen terme. Les conditions d'installation en terme d'homogénéité, de fertilité et de structure du peuplement sont donc similaires, mais on se place en climat supraméditerranéen dans des conditions sensiblement plus chaudes.

Le dispositif expérimental a été installé dans une plantation de cèdre de l'Atlas âgée de 35 ans et de 12 mètres de hauteur dominante, ce qui correspond à la deuxième classe de fertilité. Ce peuplement est situé sur un versant calcaire d'adret à 1050 mètres d'altitude, à quelques kilomètres des premières sapinières des Préalpes, avec un différentiel de 2°C environ sur la température moyenne annuelle par rapport à celles-ci.

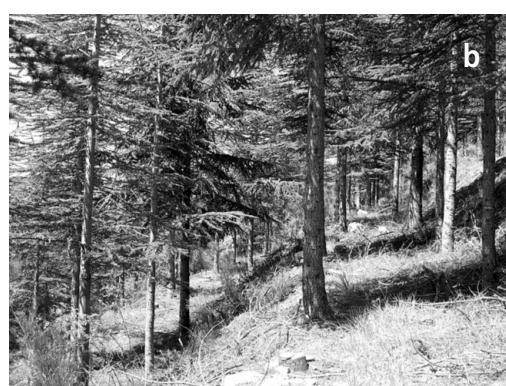


a



b

Photos 5, 6 et 7 :
Dispositif de Nans.
Modalités :
a - témoignage
b - 600 t/ha
c - 300 t/ha
Photos C. Tessier /ONF et J. Ladier /ONF



1 - INRA : Institut national de la recherche agronomique

L'itinéraire sylvicole pour le cèdre préconise la désignation précoce de 300 arbres par hectare parmi lesquels seront choisis 200 arbres objectifs. La première éclaircie en classe de fertilité 2 est normalement déclenchée à 45 ans et 16 mètres de hauteur dominante avec une densité après intervention de 600 arbres par hectare.

On teste ici trois niveaux de densité tranchés :

– sylviculture normale, sans intervention dans la durée du projet. La densité initiale de 1100 t/ha est conservée. Cela correspond à la modalité témoin ;

– sylviculture à faible densité : détourage avec enlèvement de 2 tiges par arbre désigné, soit une densité de 600 t/ha. Cela correspond à une première éclaircie anticipée de 10 ans ;

– sylviculture à très faible densité : on ne conserve que les arbres désignés, qui sont mis en croissance libre pendant la durée du projet, soit une densité de 300 t/ha.

Le suivi est identique à celui qui a été mis en place sur le site de Picaussel. En particulier, quarante arbres objectifs sont régulièrement mesurés dans chacune des trois modalités, et une partie d'entre eux font l'objet d'un suivi sanitaire. Après deux ans, la croissance radiale des arbres objectifs est corrélée négativement à la densité. Nous avons bénéficié sur ce site d'un diagnostic supplémentaire fait par l'INRA¹ d'Avignon, sur la base de mesures de potentiel hydrique et de conductivité des branches. Par rapport au témoin, les arbres échantillonnés dans les modalités éclaircies montrent déjà un meilleur fonctionnement hydrique et une meilleure récupération nocturne pendant l'été.

Jean LADIER
Office national des forêts
FRANCE
jean.ladier@onf.fr

Conclusion

Le lecteur averti aura tout de suite perçu les limites de ce projet. D'une part, la durée de trois ans est évidemment trop courte pour obtenir des résultats en matière forestière, et l'installation échelonnée des trois expérimentations ne fait qu'accentuer cet état de fait. C'est pourquoi le suivi est prévu sur 8 à 15 ans, voire plus selon les évolutions qui seront constatées.

D'autre part, la valeur statistique et la représentativité des résultats attendus sont a priori critiquables, en particulier pour les essais de sylviculture économique en eau qui comportent peu ou pas de répétitions. Cette faiblesse est déjà en partie compensée par l'implantation de deux expérimentations similaires en sapinière. Quant au cèdre de l'Atlas, il est étudié depuis longtemps, notamment par l'INRA, dans des contextes écologiques et avec des protocoles certes différents, mais qui devraient permettre une mutualisation et une validation des enseignements en matière sylvicole.

Malgré ces limites, le projet For Climadapt a réellement été un catalyseur d'initiatives innovantes et variées. En France, celles de l'ONF s'intègrent dans une stratégie d'expérimentation de nouveaux modes de gestion qui portera ses premiers fruits dans quelques années.

J.L.

Résumé

La problématique traitée par l'Office national des forêts dans le cadre du projet européen For Climadapt, concerne les espaces forestiers montagnards de l'arrière-pays méditerranéen : il s'agit de la gestion et du renouvellement des sapinières menacées par le changement climatique. En effet, alors que les sapinières constituent une richesse écologique et économique remarquable, les mortalités constatées ces dernières années montrent la fragilité de ces écosystèmes face aux accidents climatiques et les difficultés qu'a le forestier à les préserver. Trois dispositifs ont été installés dans le sud de la France dans le cadre de ce projet afin d'expérimenter, en conditions réelles, des modalités de gestion alternatives. Le premier porte sur la sylviculture à faible densité dans les sapinières en place, dans le but d'améliorer leur résistance au déficit hydrique. Le second est une plantation comparative de quatre provenances de cèdre de l'Atlas, en remplacement d'une sapinière anéantie par la sécheresse de 2003 à 2007, le cèdre étant considéré comme l'essence de substitution la plus prometteuse dans ce contexte. Le troisième est un essai de sylviculture à faible densité dans une jeune cédraie qui représente ce que seront, dans quelques décennies, certaines sapinières actuelles. Bien entendu, les résultats ne seront obtenus qu'après un suivi assez long, bien au-delà des trois ans du projet.