

# Forêts méditerranéennes face au changement climatique

## Les actions engagées en forêt publique

par Jean LADIER

***Face aux conséquences  
des changements climatiques  
sur les forêts, les propriétaires  
se posent énormément  
de questions, notamment  
sur les choix de gestion.  
L'Office national des forêts s'est  
penché depuis plusieurs années  
sur la question. Si le besoin  
d'expérimentations et  
d'observations reste très fort,  
quelques pistes d'actions  
sont cependant possibles.***

Le changement climatique est une préoccupation croissante des gestionnaires des forêts publiques. Cela se traduit par une veille active depuis la canicule de l'été 2003, avec notamment l'organisation, en 2005 et 2015, de deux ateliers avec l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) (cf. article de Myriam Legay, pp 309-318). Cela se concrétise progressivement dans la gestion des forêts, au travers des documents de cadrage que constituent les directives et schémas régionaux d'aménagement (DRA et SRA) rédigés en 2006 pour les régions Provence-Alpes-Côte d'Azur et Languedoc-Roussillon, les guides de sylviculture et les aménagements forestiers récents. Enfin, l'adaptation au changement climatique constitue maintenant l'axe principal de travail du département « recherche développement et innovation » de l'Office national des forêts (ONF).

Le changement climatique est pris en compte à trois niveaux :

- les impacts sur les essences et les écosystèmes,
- l'adaptation des forêts par une meilleure appréhension des stations, par le choix des essences, et par l'adaptation des peuplements en place,
- l'atténuation, pour laquelle les forêts ont un rôle à jouer en séquestrant le carbone.

À chaque niveau, les connaissances acquises permettent d'infléchir la gestion mais des questions de fond demeurent qui nécessitent encore des observations ou des expérimentations. Mon exposé présente des exemples d'actions en cours en matière d'impact et d'adaptation. La stratégie d'atténuation, qui passe d'abord par la pérennisation des forêts existantes, est moins avancée et ne sera pas développée ici, d'autant qu'elle fait l'objet de l'intervention suivante (Cf. pp 299-304).

années sont clairement corrélés aux sécheresses cumulées entre 2003 et 2007.

### Gestion des dépérissements

Les sécheresses ont provoqué des mortalités importantes, surtout dans l'arrière-pays. Des coupes sanitaires ont été réalisées dans les peuplements exploitables, souvent en anticipant la mortalité des arbres les plus affaiblis pour limiter les pertes financières qui en découlent. Ces interventions relèvent d'un processus de gestion de crise à court terme, justifié par l'ampleur du phénomène, avec, selon le département, des aides financières pour les communes concernées. Mais on connaît encore mal les effets de ces coupes sur les arbres conservés et, plus globalement, sur les écosystèmes.

À moyen terme, ces interventions remettent en cause les plans de gestion que sont les aménagements forestiers, lesquels doivent donc être mis à jour et adaptés.

### Suivi des dépérissements

L'ONF a en charge plusieurs dispositifs de suivi dont un au niveau national et un dans le département des Alpes-Maritimes.

Le Réseau national de suivi à long terme des écosystèmes forestiers (RENECOFOR) a été créé en 1992 suite aux dégâts causés par les pluies acides dans le nord-est de la France. Constitué de 102 placettes permanentes en France métropolitaine, il fournit des informations très riches, qui vont parfois à l'encontre d'autres résultats et dont voici deux exemples en lien avec les fluctuations climatiques :

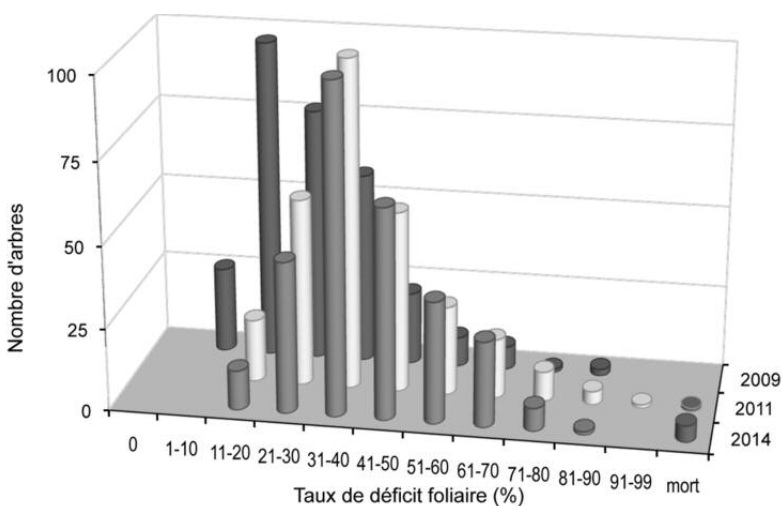
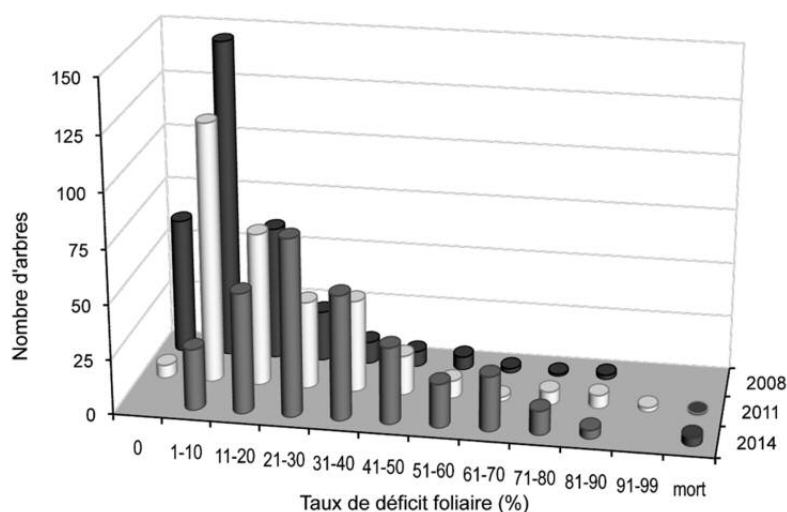
- le suivi du déficit foliaire sur 52 arbres par site montre une corrélation significative avec le déficit pluviométrique, mais pas avec les températures, alors que le changement climatique se manifeste principalement par l'augmentation des températures. Par ailleurs, l'accroissement en surface terrière est corrélé négativement au déficit foliaire ;

- lorsque l'on regarde plus particulièrement le comportement du chêne sessile et du chêne pédonculé, on constate que le chêne sessile a continué à souffrir au moins jusqu'en 2009 des suites de la canicule de 2003, tandis que le chêne pédonculé s'est rétabli plus rapidement. Pourtant, le chêne pédonculé est unanimement considéré comme étant plus sensible que le chêne sessile au stress hydrique.

### Impacts du changement climatique

L'influence objective du changement climatique sur le comportement des essences est encore insuffisamment connue. En revanche, les dépérissements constatés ces dernières

**Fig. 1 :**  
Évolution du déficit foliaire du sapin pectiné (en haut) et du pin sylvestre (en bas) sur les placettes de l'observatoire départemental des Alpes-Maritimes



Le Conseil départemental des Alpes-Maritimes a financé à partir de 2008 un observatoire départemental du dépérissement forestier suite aux dégâts causés par la sécheresse des années 2003 à 2007. Cet observatoire comprend une cartographie périodique de la mortalité et 60 placettes permanentes de suivi dans des peuplements des principales essences du département (sapin pectiné, pin sylvestre, mélèze, épicéa, chênes, pin d'Alep). Les résultats ont révélé un affaiblissement durable des arbres, notamment pour le sapin pectiné et le pin sylvestre :

- la carte des mortalités, toutes propriétés confondues, montre une mortalité cumulée de l'ordre de 20 % pour le sapin pectiné et de 10 % pour le pin sylvestre ;

- l'évolution du déficit foliaire sur les placettes permanentes montre que celui-ci s'est stabilisé en 2011 pour le pin sylvestre, mais a continué de s'aggraver pour le sapin pectiné.

### Choix des essences objectifs

Le bon sens impose de reconsidérer l'adaptation des essences aux contraintes climatiques et édaphiques actuelles et futures, même si leurs performances étaient bonnes jusqu'à présent. Cela conduit à un changement d'essence objectif dans les situations critiques lors du renouvellement du peuplement et à de nouvelles questions sur l'intérêt d'essences insuffisamment connues.

### Transformation des peuplements

Les substitutions d'essences justifiées par le changement climatique ne concernent encore qu'une minorité des peuplements à renouveler car une inadéquation « théorique » ne condamne pas forcément les populations locales de l'essence considérée et la régénération naturelle généralement privilégiée en forêt publique est une phase clé d'adaptation génétique qu'il ne faut pas négliger. Le choix radical du changement d'essence par plantation est donc fait lorsque l'inadéquation entre l'essence en place et la station est évidente. Deux exemples d'ampleur différente illustrent ce type de situation :

- l'affaiblissement des sapinières des montagnes méditerranéennes est flagrant comme le prouvent les observations faites dans les Alpes-Maritimes. À basse altitude, certaines futaies sont incapables de se régénérer naturellement ; les semenciers sèchent sur pied sans avoir produit de descendance. Dans la mesure où l'accessibilité et les ressources financières le permettent, le gestionnaire envisage la plantation. En l'occurrence, le choix se porte sur le cèdre de l'Atlas, qui conjugue un tempérament plus méditerranéen et un bois de qualité ;

- le hêtre est une essence au tempérament montagnard qui s'est étendue spontanément à basse altitude aux dépens du chêne sessile. Bien que les dépérissements de cette essence soient encore limités, on sait qu'il n'aura plus sa place en plaine dans les décennies à venir. Son remplacement par le chêne sessile est donc entamé sur de grandes surfaces dans le nord-ouest de la France.

### Expérimentation de nouvelles essences

La nécessité de trouver des essences de remplacement renouvelle l'intérêt pour les espèces exotiques, dont on connaît souvent mal le comportement hors de leur aire naturelle. L'ONF suit actuellement 95 dispositifs de comparaison d'essences et arboretums, dont 12 situés en région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Les plus anciens ont environ 25 ans.

Les espèces comparées en région méditerranéenne sont principalement des pins (*P. brutia*, *P. laricio*, *P. nigra*, *P. sylvestris*) des cèdres (*C. atlantica*, *C. libani*), des Douglas et des sapins (*A. bornmülleriana*, *A. cephalonica*, *A. cilicica*). Les feuillus n'ont pas été oubliés mais aucun d'entre eux, hormis l'Aulne de Corse, n'a donné de résultat satisfaisant.

On compare aussi plusieurs provenances d'une même espèce : provenances de Douglas, de Pin brutia, de Calocèdre, etc.

Le bilan provisoire de ces essais est à la fois intéressant puisqu'il permet une sélection d'espèces d'intérêt, et insuffisant parce qu'on ne dispose pas de suffisamment de références dans des conditions variées pour la plupart d'entre elles. Il faut donc aller plus loin. Tout d'abord, le CNPF, le FCBA, l'INRA possèdent chacun un réseau expérimental et ces réseaux sont plutôt complémentaires que redondants. Un travail

d'échange de données et d'harmonisation a donc été initié pour mutualiser les informations produites. Mais une première synthèse faite sur le cèdre de l'Atlas montre que ce « méta-réseau » reste insuffisant pour couvrir une gamme de contextes écologiques suffisamment large. C'est pourquoi il faut en même temps continuer à installer de nouveaux essais avec une stratégie concertée.

### **Mieux connaître et préserver les ressources locales**

Les espèces exotiques ne sont pas le seul salut pour les forêts menacées. Les ressources génétiques locales constituent également une richesse qu'il faut préserver et une potentielle source d'adaptation pour d'autres régions. Cela est particulièrement vrai pour les populations méridionales des principales essences françaises, telles que le hêtre, le chêne sessile, le pin sylvestre et le sapin pectiné. Ces peuplements en limite d'aire recèlent un patrimoine génétique original, bien que parfois appauvri. On suppose qu'ils ont développé de meilleures capacités de résistance au stress hydrique qui pourraient être utiles à l'avenir dans les forêts tempérées. Dans cette optique, l'ONF a lancé un projet baptisé « Giono », basé sur les réseaux d'unités conservatoires et décliné en trois volets :

- suivi particulier des unités conservatoires en situation limite. En effet, ces peuplements peuvent montrer des signes de dépérissements ou des problèmes de fructification ;

- duplication des unités conservatoires les plus menacées par le changement climatique. Ainsi, une plantation de hêtres a été récemment réalisée en forêt de Verdun, à partir de graines récoltées à la Sainte-Baume. L'objectif est de mettre cette population de hêtres méridionaux à l'abri des excès du climat méditerranéen tout en comparant leur comportement à celui de leurs frères lorrains. Cette migration assistée, si elle réussit, devrait à terme augmenter la diversité génétique et la résilience de la hêtraie de Verdun ;

- parallèlement, des plants issus de ces unités conservatoires méridionales seront soumis à des tests en pépinière pour vérifier leurs capacités supposées de résistance au stress hydrique.

### **Modéliser l'aire naturelle des espèces**

Nous avons besoin d'anticiper l'évolution de la répartition des espèces d'arbres en fonction du changement climatique. Cela passe par des modèles. Il en existe un certain nombre, dont les sorties sont parfois divergentes. Un de ces modèles, nommé IKS, est en cours de validation par l'ONF. Il devrait permettre à la fois d'évaluer la vulnérabilité climatique des essences en place et d'identifier des essences alternatives possibles, indigènes ou exotiques.

### **Adapter la gestion des peuplements en place**

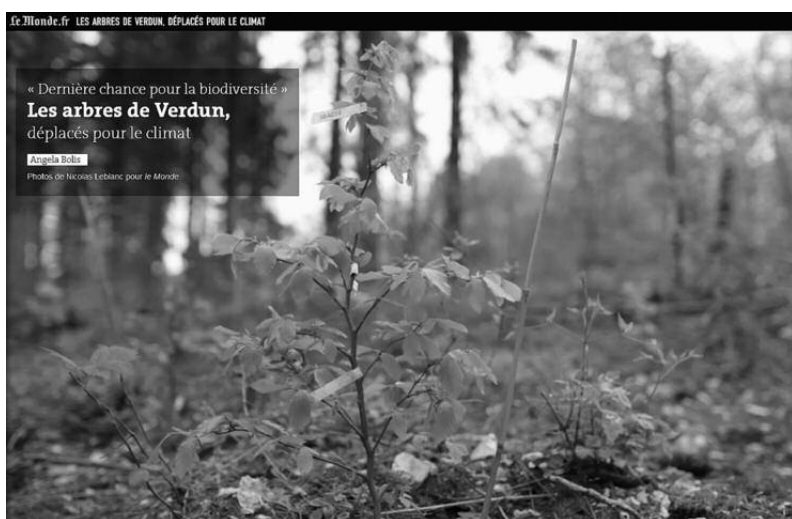
Compte tenu de la durée des cycles forestiers, on ne peut attendre le renouvellement des peuplements, avec à la clé un changement d'essence possible, pour tenter de les adapter au changement climatique. Des préconisations sont déjà mises en œuvre dans les aménagements et dans la gestion courante pour limiter la vulnérabilité des forêts. Des expériences de sylviculture adaptatives sont également en cours.

### **Préconisations déjà mises en œuvre**

Les mesures déjà mises en œuvre pour augmenter la résistance ou la résilience des peuplements en place ne sont pas des inno-

**Fig. 2 :**

En-tête du reportage du Monde sur la plantation de hêtres de la Sainte-Baume à Verdun (capture sur le site internet [www.lemonde.fr](http://www.lemonde.fr))



vations mais des inflexions qui relèvent du bon sens.

– *Réduction de l'âge d'exploitabilité.* L'âge des arbres est un des principaux facteurs de vulnérabilité au stress hydrique. De fait, les peuplements âgés sont ceux qui ont subi le plus de mortalité ces dernières années. De plus, l'augmentation du taux de gaz carbonique et l'allongement de la saison de végétation ont stimulé la croissance des arbres au cours des dernières décennies, dans les Alpes du Sud comme dans d'autres régions. Exploiter les arbres mûrs plus tôt permet donc de limiter le risque de dépérissement sans perdre beaucoup en production.

– *Maintien des essences secondaires et des mélanges d'essences.* Si les peuplements mélangés sont assez rares dans la région, une essence secondaire est souvent présente aux côtés de l'essence principale. Cette mixité est le gage d'un écosystème plus diversifié et potentiellement plus résilient. Même si cela n'a pas été vérifié dans tous les cas, cela offre une meilleure garantie de santé et de pérennité du peuplement.

### **Expérimentation d'une sylviculture économe en eau**

L'INRA a montré que l'évapotranspiration d'un peuplement est fonction de sa surface foliaire et qu'un couvert arborescent dense intercepte une part importante des précipitations, surtout pour les conifères. La réduction de la surface foliaire d'un peuplement permet donc d'améliorer son bilan hydrique, en augmentant la quantité d'eau disponible dans le sol et en diminuant la demande des arbres.

Ce raisonnement suscite cependant plusieurs questions chez les gestionnaires :

– la réduction de la surface foliaire d'un peuplement passe par une éclaircie, mais comment la quantifier et contrôler ensuite l'évolution de cette surface foliaire ?

– l'ouverture du peuplement stimule le développement du sous-bois, qui va consommer plus l'eau et limiter le bénéfice pour les arbres ;

– le maintien d'une surface foliaire faible limite la production ligneuse et a donc un coût qu'il faut évaluer pour le propriétaire.

Plusieurs essais de sylviculture à faible densité ont été installés récemment par l'ONF pour expérimenter cette gestion, véri-



fier sa pertinence dans l'arrière-pays méditerranéen et servir de référence pour apporter des éléments de réponse aux questions ci-dessus. Trois sont dans des futaies de sapin pectiné dans les Alpes-de-Haute-Provence, les Alpes-Maritimes et l'Aude, le quatrième dans une plantation de cèdre de l'Atlas dans les Alpes-Maritimes. Il faut noter que ce dernier pourra être associé à d'autres essais sylvicoles en cèdre de l'Atlas, dont plusieurs suivis par l'INRA d'Avignon, qui n'avaient pas été installés dans l'optique du changement climatique. Ces essais sont encore trop jeunes pour fournir les réponses attendues.

**Photo 1 :**  
Peuplement mélangé de hêtre et pin sylvestre.  
Photo J.L./ONF.

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

**J.L.**

## Résumé

---

La gestion forestière dans son ensemble est déstabilisée par le changement climatique. Les connaissances acquises depuis plus de 10 ans justifient d'infléchir la sylviculture des peuplements en place et d'entamer des substitutions d'essences suite à des dépérissements ou par anticipation. Mais il ne s'agit pas pour autant de transformer brutalement la composition des forêts publiques. De nombreuses incertitudes subsistent sur le comportement, la résistance des essences, la résilience des écosystèmes. L'observation et l'expérimentation restent donc plus que jamais nécessaires.

Le changement climatique est abordé principalement au travers de ses impacts sur les peuplements forestiers et de la stratégie d'adaptation des forêts. Les actions engagées par l'Office national des forêts sont illustrées par des exemples au niveau national et régional, en montrant la complémentarité des options de gestion mises en œuvre et des programmes de recherche et développement en cours pour combler nos lacunes de connaissances : gestion et suivi des dépérissements, changement d'essence, expérimentation de nouvelles espèces, préservation des ressources génétiques méditerranéennes, adaptation de la sylviculture.

## Summary

---

### **Mediterranean forests faced with climate change: measures undertaken in publicly-owned stands**

Overall, forestry management has been destabilised by climate change. Knowledge and understanding acquired in the last ten years justifies modifying silviculture in existing stands as well as a start to implanting different species where dying-off occurs or through anticipating future change. But such steps do not imply the brutal transformation of publicly-owned forests: much remains uncertain about species' behavior and resistance, the resilience of ecosystems... Observation and experimentation remain more necessary than ever.

In this article, the consideration of climate change proceeds via its impact on forest stands and how they adapt to such change. The action undertaken by the French National Forestry Commission is illustrated by examples, at both national and regional levels, which show the complementary nature of the management options adopted as well as the R and D programmes under way to enhance our understanding: monitoring and managing deteriorating stands, changing species, trials of new species, preserving Mediterranean genetic resources, adapting silviculture.

## Resumen

---

### **Los bosques mediterráneos frente al cambio climático - Las medidas adoptadas en los montes públicos**

La gestión forestal en su conjunto está desestabilizada por el cambio climático. Los conocimientos adquiridos durante más de diez años justifican la transformación de la selvicultura de rodales y el comienzo de sustitución de especies como consecuencia del debilitamiento o para anticiparse. Pero no se trata por tanto de transformar brutalemente la composición de los montes públicos. Existen varias incertidumbres sobre el comportamiento, la resistencia de especies, la resiliencia de los ecosistemas. La observación y la experimentación son más necesarias que nunca.

El cambio climático se aborda principalmente a través de los impactos sobre los rodales forestales y de la estrategia de adaptación de los bosques. Las acciones emprendidas por la Oficina Nacional de los Bosques son ilustradas con ejemplos a nivel nacional y regional, mostrando la complementariedad de las opciones de gestión llevadas a cabo y de los programas de investigación y desarrollo en curso para abordar las lagunas de conocimientos: gestión y seguimiento de debilitamiento, cambio de especies, experimentación de nuevas especies, preservación de recursos genéticos mediterráneos, adaptación de la silvicultura.