

Changement climatique, forêts et matériels de reproduction

© Cemagref – Avril 2008

Les savoir-faire

►► Fiche accessible en ligne sur le site <http://sinfotech.cemagref.fr>
Accès réservé aux services déconcentrés de l'État

L'ampleur du réchauffement climatique prévu au cours du XXI^e siècle rend caducs certains acquis dans le domaine des typologies de stations et des études autécologiques. Il impose également de repenser le choix des matériels forestiers de reproduction. Cette fiche présente l'état des connaissances et fournit quelques recommandations aux sylviculteurs.



Le changement climatique ne peut plus être ignoré par les acteurs de la gestion forestière et de la filière bois.

Jusqu'à présent, les changements d'environnement ont eu des conséquences favorables pour la productivité forestière. Une accélération de la croissance des arbres s'est produite durant le XX^e siècle en France pour la plupart des essences, accroissant de 20 à 40 % leur productivité. L'allongement de la saison de végétation et l'accroissement du taux de dioxyde de carbone (CO₂) sont souvent évoqués pour expliquer cette accélération, les dépôts de pollution azotée étant cités plus récemment comme une des causes essentielles.

Mais le réchauffement prévu au cours du XXI^e siècle est d'un autre ordre : trois à cinq fois plus important. Il est suffisant pour rendre caducs certains acquis dans le domaine des typologies de stations et des études autécologiques, car on ne peut plus considérer que le milieu forestier est stable. Il peut remettre en cause le choix des matériels forestiers de reproduction, notamment lorsque celui-ci est basé sur une adaptation des provenances au climat actuel.

Le choix des essences dans une régénération forestière engage en l'avenir pour 70 à 200 ans, alors que l'évolution attendue des températures sera critique avant le milieu de ce siècle.

La région méditerranéenne sera l'une des plus touchée

La température moyenne s'est élevée de 1 °C au XX^e siècle en France, jusqu'à 1,4 °C en région méditerranéenne. Les effets de ce réchauffement pourtant limité sont déjà visibles dans la phénologie des plantes et dans l'aire de répartition des espèces animales. Les derniers scénarios validés par les experts du climat prédisent de 1,5 à 4 degrés supplémentaires en 2100.

La région méditerranéenne sera l'une des plus touchée, avec des valeurs supérieures

aux autres régions françaises. Des années caniculaires comme 2003 devraient devenir la norme dès 2050.

De fortes incertitudes persistent sur la pluviométrie, mais les différents modèles s'accordent pour prédire une plus grande variabilité annuelle et des phénomènes extrêmes plus fréquents. En région méditerranéenne, le déficit de printemps et d'été pourrait atteindre 30 % par rapport aux valeurs du XX^e siècle. La sécheresse qui touche la Provence depuis quatre ans (plus de 40 % de déficit des pluies sur la saison de végétation) pourrait être une bonne illustration de ce phénomène, même si l'épisode actuel est sans doute transitoire.

Si la forêt s'est finalement assez bien remise de l'année 2003, événement isolé, qu'en sera-t-il quand il se répétera régulièrement ? Surtout si des sécheresses répétées s'y ajoutent.

Effets directs et différés des accidents climatiques

On connaît les graves conséquences immédiates de la canicule 2003 sur la forêt : la mortalité des arbres en 2004 a été multipliée par trois à dix suivant les espèces et les régions, liée directement au climat ou aux parasites ayant achevé des arbres affaiblis. Mais les effets de 2003, comme ceux des précédentes grandes sécheresses, pourraient se faire sentir sur la croissance et la survie des arbres pendant trois à sept ans. C'est ce qui a été observé après la sécheresse de 1976 en France et d'autres accidents similaires en Europe. L'évaluation globale des phénomènes par le département « Santé des forêts » est possible, mais la compréhension de leurs mécanismes exige des suivis approfondis sur des sites représentatifs et l'intervention de spécialistes de différentes disciplines. La Provence, avec un réchauffement très rapide et des sécheresses répétées, est un laboratoire avancé de ce qui pourrait se produire plus tard dans d'autres régions.

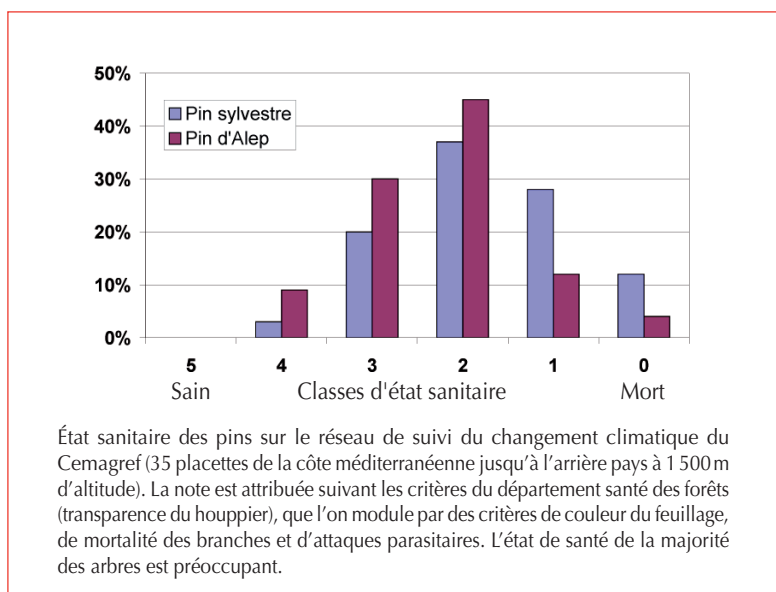
Contacts ►►►

Michel VENNETIER
Cemagref,
UR Écosystèmes méditerranéens
et risques,
3275 Route de Cézanne
CS 40061
13182 Aix-en-Provence Cedex 5
Tél. 04 42 66 99 10
michel.vennetier@cemagref.fr

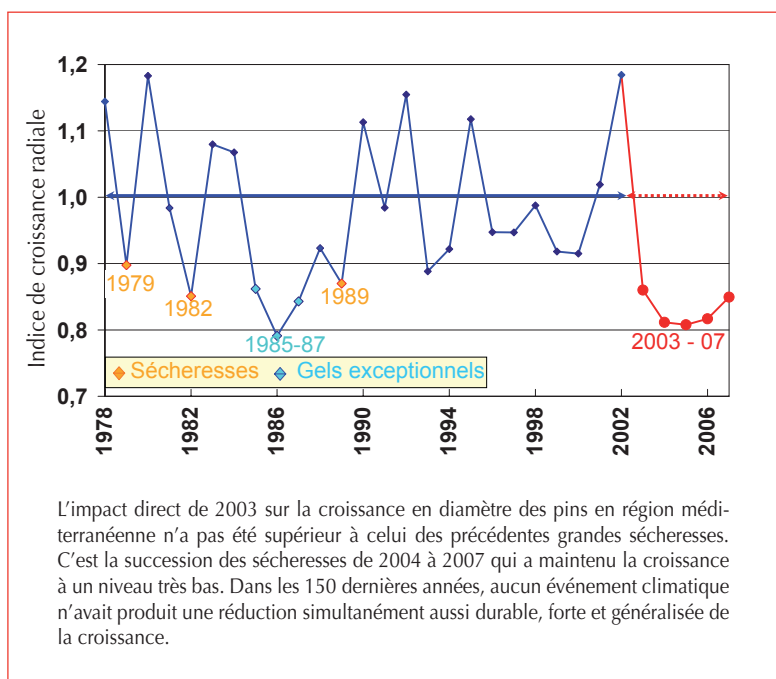
Éric COLLIN
Cemagref,
UR Écosystèmes forestiers,
Domaine des Barres,
45290 Nogent/Vernisson
Tél. 02 38 95 09 68
eric.collin@cemagref.fr

Les suivis effectués par le Cemagref sur les pins en région méditerranéenne montrent qu'en 2007, les arbres n'ont toujours pas repris une croissance normale, et que leur état sanitaire reste mauvais (figure 1). Les résineux ont un déficit d'aiguilles de 40 à 60 % en nombre, ces aiguilles étant elles-mêmes 30 à 50 % plus petites que la normale (longueur, diamètre), leur teneur en chlorophylle étant de plus déficitaire.

Ce déficit de surface foliaire affaiblit beaucoup les arbres. La croissance en longueur des branches s'est donc réduite du même ordre de grandeur que les aiguilles, la croissance en hauteur et diamètre des arbres étant très faible (figure 2).



▲ Figure 1 – État sanitaire des pins d'Alep et sylvestre en 2006.



▲ Figure 2 – Croissance en diamètre du pin d'Alep.

Si le déficit actuel en aiguilles est conjoncturel, il est aussi inscrit dans la durée : l'espérance de vie des aiguilles du pin d'Alep est inversement corrélée à la température moyenne annuelle. Or, le renouvellement rapide des aiguilles utilise une part importante des ressources de l'arbre et limite l'utilisation de ces ressources pour la formation de bois.

Le dépérissement du pin sylvestre amorcé en 2004 s'est accéléré entre 2005 et 2007, de 500 à 1 500 m d'altitude (photo 1). L'analyse montre que les arbres sont plutôt morts initialement de l'excès de chaleur à basse altitude, et plus tard de stress hydrique à plus haute altitude. L'effet cumulé des accidents climatiques joue un rôle important pour le dépérissement des peuplements d'altitude, car ces dépérissements ne sont apparus que très progressivement au gré des sécheresses successives.

Les sapinières des montagnes méditerranéennes montrent les mêmes symptômes avec des milliers d'hectares de mortalité généralisée, et des dizaines de milliers d'hectares de dépérissements disséminés. Le mélèze est touché avec des rougissements liés à des parasites de faiblesse.

Les feuillus ne sont pas épargnés. Une mortalité systématique de branches est observée chez le chêne blanc dans tout le Sud-Est de la France. Le hêtre commence à dépérir dans les Alpes du Sud et les Pyrénées. Même le chêne vert, pourtant très résistant à la sécheresse, subit de lourdes pertes sur les sols superficiels. De façon générale, les feuillus souffrent de microphyllie (feuilles anormalement petites et peu nombreuses). Il en résulte un couvert moins dense, et un microclimat plus lumineux et plus chaud en sous-bois.

Enfin, les dépérissements touchent aussi le sous-étage et de nombreuses espèces arbustives et des ligneux bas, y compris parmi les espèces très méditerranéennes comme le romarin et les cistes. Les légumineuses fixatrices d'azote sont particulièrement touchées par la mortalité, ce qui pose un problème de maintien de la fertilité sur les zones incendiées.

Globalement, les dépérissements massifs sont assez corrélés avec les stations à bilan hydrique défavorable mais des mortalités ponctuelles sont fréquentes sur des sols profonds.

La baisse de productivité végétale a un effet direct sur la fixation moyenne de carbone par la forêt. Les événements exceptionnels ont aussi un rôle important : en 2003, les forêts ont relâché l'équivalent de quatre années de stockage de carbone.

La validité des typologies des stations remise en cause

Les changements globaux modifient le niveau de « fertilité » des stations forestières, qui doivent être considérées comme une notion évolutive. Ils remettent donc en cause la validité des typologies des stations, des études autécologiques, des relations station-production, sur lesquelles se basent les aménagements forestiers et les choix d'essences. La composition floristique ne peut plus être considérée comme un indicateur fiable à long terme.

Le stress hydrique étant un des principaux risques pour le futur, il faut reprendre les travaux passés avec une prise en compte beaucoup plus précise du bilan hydrique du sol et des interactions climat/bilan hydrique.

Tenir compte de l'adaptation des espèces ...

L'adaptation potentielle des espèces au changement climatique futur est largement inconnue. Elle dépend de la plasticité phénotypique des arbres en place, des évolutions génétiques au fil des générations, ainsi que d'un grand nombre d'interactions avec d'autres êtres vivants (insectes, mycorhizes...) qui eux aussi sont touchés par les changements globaux.

Les arbres des milieux plus secs ont un rapport biomasse racinaire/aérienne plus élevé que ceux des milieux plus humides. Avec l'accroissement des déficits hydriques, les arbres qui peuvent être génétiquement adaptés risquent de ne plus l'être morphologiquement. Dans ce cas, la régénération naturelle des peuplements pourrait suffire à coupler une sélection naturelle et une adaptation morphologique sur les jeunes sujets. Elle a l'avantage de conserver une forte diversité génétique.

Lorsque les espèces sont en limite inférieure de leur aire, c'est leur adaptation génétique qui est remise en cause par les changements de climat. Dans un premier temps, ce sont les provenances les plus au sud ou en basse altitude qui risquent de disparaître. Or, ces provenances peuvent être porteuses de gènes de résistance au stress hydrique qui pourraient être très utiles dans le futur, soit pour l'utilisation de ces provenances directement dans des zones plus nordiques, en anticipation du climat futur, soit dans des programmes d'amélioration génétique. Leur sauvetage s'imposerait donc avant qu'elles n'aient disparu de leur zone d'origine, où leur capacité de résistance aura été dépassée.

Dans le passé, de nombreux essais de comparaison de provenance et arboretums d'acclimatation ont été installés dans tous



Photo : M. Vennetier (Cemagref)

les pays forestiers. La plupart ont été abandonnés ou négligés car on considérait qu'ils avaient donné les résultats escomptés. Ces anciens dispositifs sont de très bons outils d'analyse de l'effet du changement climatique (encadré 1), car les classements entre provenances réalisés dans le passé peuvent être remis en cause, que ce soit en termes de productivité, d'état sanitaire ou de survie. Ils représentent un patrimoine exceptionnel qu'il faut reprendre et entretenir.

... « jouer » la diversité génétique ...

Que répondre aux sylviculteurs soucieux de planter au plus vite des espèces ou provenances capables de résister au réchauffement et aux sécheresses annoncés ? Où placer le curseur entre deux risques également lourds de conséquence : celui de ne pas prendre à temps les mesures radicales éventuellement nécessaires et, inversement, celui de sous-estimer la capacité d'adaptation de la ressource locale et de cautionner l'introduction de matériels potentiellement inadéquats (risques d'échec), voire dommageables pour l'écosystème

▲ **Photo 1** – La forêt méditerranéenne a été durement touchée. Pin sylvestre mourant suite à la canicule 2003 et aux printemps secs de 2004 à 2007. Massif de Courchons (04).

Encadré 1

Le rôle et l'importance des plantations comparatives de matériel végétal forestier (espèces, provenances, descendances, clones), notamment au regard des changements climatiques, ont été discutés par les organismes de recherche et de développement forestiers réunis à l'occasion de l'atelier « Plantacomp » (Orléans, 18-19 mars 2008). Ce potentiel fait l'objet d'un inventaire qui sera disponible, une fois finalisé, sur un site internet. Cet inventaire s'inscrit dans un projet de catalogue de métadonnées (description standardisée des réseaux d'essais, des bases de données, etc.) en cours de développement au GIP-ECOFOR.

Contact : guy.landmann@gip-ecofor.org

La conservation des ressources génétiques des arbres forestiers est assurée par des réseaux de conservation *in situ* et des collections *ex situ*.

Contacts : Commission ressources génétiques forestières.

Président : francois.lefevre@avignon.inra.fr

Secrétaire : eric.collin@cemagref.fr

► **Photo 2 –**
Semis de pins noirs
en pépinière.
La diversité génétique
des lots de graines
et plants doit être large
pour permettre
l'adaptation des forêts
à de nouvelles
contraintes climatiques.



(risques d'invasion) ? En l'état actuel des connaissances, le plus sage semble de « jouer la carte » de l'adaptabilité des ressources présentes localement ou dans les régions voisines, ainsi que le préconisent la Commission des ressources génétiques forestières et le ministère de l'Agriculture et de la Pêche dans le document de quatre pages cité en bibliographie.

Qu'on ne s'y trompe pas, cette réponse n'est pas une invitation à « laisser faire ». Bien au contraire, on doit agir résolument pour mobiliser les gènes qui se révéleront utiles au moment où la sélection naturelle éliminera les arbres incapables de résister aux nouvelles contraintes climatiques. Grâce à la grande variabilité génétique présente au sein de chaque peuplement, ces gènes sont probablement déjà présents dans le pool génétique local mais ils risquent de ne pas être mobilisés par le gestionnaire si celui-ci adopte de mauvaises pratiques sylvicoles :

- faible nombre ou faible diversité des semenciers en régénération naturelle,
- base génétique étroite des plants introduits en reboisement,
- faibles densités de semis en régénération naturelle ou de plants en reboisement.

En revanche, le sylviculteur peut accroître la capacité d'adaptation de sa forêt en favorisant et en diversifiant (y compris en jouant sur sa durée) la régénération naturelle lorsque celle-ci reste abondante, car c'est elle qui exploite au mieux la diversité génétique localement et permet l'émergence de nouvelles combinaisons génétiques favorables à l'évolution.

En cas de plantation, il devra utiliser des lots de plants offrant des garanties de large diversité génétique (photo 2), ce qui implique de la filière « graines et plants » un effort de récolte sur un nombre suffisant d'arbres fructifères et l'assemblage de lots de graines de différents millésimes et de différents peuplements au sein d'une même région de provenance.

En cas de dépérissement déjà sévère du peuplement en place, on pourra recourir à l'introduction de provenances mitoyennes de climat plus sec, voire d'espèces *a priori* plus tolérantes à la sécheresse, mais en conservant autant que possible les arbres survivants susceptibles d'être porteurs de caractères génétiques intéressants.

... et utiliser l'intensification avec prudence

L'intensification de la sylviculture pour limiter la concurrence entre arbres est évoquée comme piste pour limiter le stress hydrique. Mais en région méditerranéenne, cette intensification n'est pas à l'ordre du jour. D'une part, elle est coûteuse, d'autre part, elle favorise le développement du sous-étage qui accroît le risque d'incendie.

On ne peut donc l'envisager que dans le cadre de peuplements intégrés dans des zones de protection contre l'incendie. On pourrait cependant y réfléchir dans le cadre de la production de biomasse-énergie, l'éclaircie dans les arbres et l'entretien du sous-bois pouvant alimenter par endroits cette filière. □

Bibliographie

Commission des ressources génétiques forestières, 2008, Préserver et utiliser la diversité des ressources génétiques forestières pour renforcer la capacité d'adaptation des forêts au changement climatique, 4 p., document téléchargeable sur le site internet du ministère de l'Agriculture et de la Pêche.

BALSEMIN, E., COLLIN, E., 2004, Conservation in situ des ressources génétiques des arbres forestiers en France métropolitaine, Ingénieries-EAT, n° 40, p. 51-60.

LANDMAN, G., LANDEAU, S. (éditeurs), Sécheresse et canicule 2003, Contribution des dispositifs de suivi et d'observation des forêts à la quantification des effets immédiats et à court terme, ECOFOR (publication en cours).

Office national des forêts, 2007, Forêts et milieux naturels face aux changements climatiques, Rendez-vous techniques de l'ONF, hors-série n° 3, 102 p.