

Les grandes orientations d'adaptation au changement climatique : point d'étape

par Myriam LEGAY

Trois ans après le colloque de 2007 et les premières propositions d'orientations d'adaptation de la sylviculture au changement climatique, où en sommes-nous ?

L'auteur se propose dans cet article de faire un point d'étape sur l'avancement des réflexions sur le sujet et sur les premières mesures opérationnelles : évaluation de la vulnérabilité, composition des peuplements, gestion dynamique, maîtrise de l'impact des crises, suivi des effets...

1 - Consulter le site de l'IFN, à l'adresse <http://www.ifn.fr/>, rubrique « activités thématiques » : typologie des stations forestières.

Quelques années après avoir proposé les premières orientations d'adaptation au changement climatique (LEGAY et MORTIER 2006), déclinées dans le contexte méditerranéen dans le cadre du premier colloque « changement climatique et forêt méditerranéenne » (LEGAY et LADIER 2008), faisons le point sur l'avancement du travail et des réflexions. Avons-nous réellement traduit ces orientations en mesures opérationnelles ? Sinon, quels sont les points de débat et les verrous ?

Evaluer la vulnérabilité des peuplements

Le premier axe d'adaptation, structurant l'ensemble de la démarche, concerne le diagnostic de la vulnérabilité des peuplements. Pour le poser, connaissances pratiques et approches développées par la recherche doivent être mobilisées et associées.

Sur le plan pratique, un effort considérable de classification, description et cartographie des conditions écologiques des forêts a été déployé au cours des trente dernières années. De nombreux catalogues de stations forestières ont été élaborés, pour décrire les différents types de stations rencontrées dans les petites régions considérées. L'importance du travail effectué peut être aisément appréciée en consultant le site de l'IFN¹, sur lequel on peut visualiser le territoire couvert par ces études, et télécharger la plupart des documents.

Le retour d'expérience sur les cartographies de stations met en évidence des résultats plus satisfaisants dans la description des gradients nutritionnels que dans la caractérisation du régime hydrique, plus difficile à appréhender, et pour laquelle des progrès restent à faire dans les méthodes de terrain (détermination de la profondeur de sol prospectée par les racines), dans la connaissance des propriétés physiques des sols forestiers (capacités de rétention en eau en fonction des textures), et dans la prise en compte de l'ensemble du système hydrique sol-peuplement-atmosphère (approche par bilan hydrique). Différents projets sont actuellement soutenus par le réseau mixte technologique AFORCE pour rechercher des avancées sur plusieurs de ces axes².

Les catalogues de stations sont des référentiels locaux, souvent typologiques, qui appréhendent globalement les effets du sol, de la topographie et du mésoclimat. Les choix méthodologiques ainsi adoptés, à une période où la station était considérée comme invariante, présentent un triple handicap pour raisonner sur l'adaptation au changement climatique. Tout d'abord, l'adoption d'un cadre géographique très fin, celui de la petite région IFN (de l'ordre de 50000 ha de surface forestière), revient à évacuer l'explication de l'effet du climat, qui peut pratiquement être considéré comme homogène au sein du périmètre d'étude (sauf gradients altitudinaux). La démarche typologique, en appréhendant globalement l'effet de tous les facteurs, renforce encore la difficulté d'isoler les effets d'un climat que l'on découvre variable, des effets des facteurs locaux de topographie et de sol. Nous avions souligné il y a quatre ans l'originalité des catalogues méditerranéens, entrepris plus tard, et avec des méthodes analytiques qui les rendent plus aisément adaptables.

Enfin, pour boucler un panorama complet de la vulnérabilité des peuplements en s'appuyant sur ces référentiels, il faudrait mener autant de chantiers qu'il y a de référentiels locaux. L'objectif semble démesuré par rapport aux moyens mobilisables : la couverture nationale n'a jamais été complètement achevée, et sur les nombreux référentiels répertoriés, seulement quelques unités tout au plus³ abordent actuellement la question du changement climatique, correspondant à une proportion minime de la surface forestière. Un certain consensus s'établit autour de la possibilité d'harmoniser les référentiels sta-

tionnels à des régions plus vastes, délimitées par l'IFN au cours des trois dernières années et tout récemment mises à la disposition des utilisateurs : les sylvoécorégions (SER). Si ce nouveau découpage a le mérite notoire de diviser potentiellement le travail par trois, il n'en reste pas moins que l'approche procédant par découpage géographique élude dans son principe même l'explicitation des effets du climat (qui reste peu variable au sein d'une SER). Elle ne permet généralement pas les comparaisons entre stations distantes de plusieurs centaines de kilomètres, alors que ce type d'approche pourrait être fort utile au praticien pour se projeter dans le futur par la recherche de climats analogues au climat futur projeté dans sa région.

C'est pourquoi il est indispensable de compléter cette vision locale par des approches à l'échelle de l'ensemble du territoire national, voire de l'aire de répartition de l'espèce, qui permettent d'expliquer les effets du climat sur ses performances. Pour cela, une première méthode consiste à décrire statistiquement la relation entre les performances de l'espèce (distribution ou croissance) et les conditions du milieu : on parlera de modèle de niche, en référence au concept de « niche écologique » formulé par HUTCHINSON (1957). Simples dans leur principe, les modèles de niche peuvent être développés de façon systématique, sous réserve de la disponibilité des données requises, et constituent donc un outil opérationnel pour l'adaptation. Malheureusement, les données ne sont pas toujours aisément mobilisables : si des modèles spatialisés de climat, ou encore de représentation du relief, sont disponibles, les caractéristiques du sol — plus variables à une échelle fine — ne sont pas aussi accessibles. Ainsi les cartographies de station ne fournissent pas de données analytiques agrégeables à l'échelle de l'ensemble du territoire, telles que la profondeur du sol, ou la réserve utile. Par ailleurs, les moyens humains pour entreprendre ce développement systématique de modèles font défaut : les chercheurs qui les développent n'ont pas pour vocation d'appliquer de façon systématique la même méthodologie. Quant aux gestionnaires, ils s'organisent peu à peu, mais avec des moyens très limités.

Complémentaire de l'approche par les niches climatiques, qui étudie la réponse de l'espèce aux variations spatiales du milieu, une autre façon d'aborder l'effet du climat

2 - Informations disponibles sur le site du réseau, à l'adresse : <http://www.foretpriiveefrancaise.com/accueil-161899.html>.

3 - C'est le cas au moins du guide pour l'identification des stations et le choix des essences en Argonne (PERRIER, 2007) et du guide pour les forêts des montagnes de l'Ain (Joud, 2006)

sur les performances des espèces forestières consiste à étudier l'effet des variations du climat dans le temps. Le suivi de quelques peuplements très instrumentés⁴, et l'acquisition de séries chronologiques de mesures de leurs paramètres physiologiques en réponse aux variations des paramètres climatiques au fil des heures et des saisons a permis de développer des modèles de réponse des différents processus (respiration, fixation du carbone, croissance...) à ces paramètres, puis d'assembler ces processus élémentaires dans des modèles capables de simuler la réponse de l'espèce aux conditions climatiques. On parle de modèles basés sur les processus. Ces modèles, développés en France pour quelques grandes essences, permettent actuellement de représenter la fixation nette de carbone, ou la production de biomasse, en fonction du climat, mais ne sont pas encore à même de reproduire les seuils critiques de dysfonctionnement et de mortalité en réponse à un événement extrême.

Une troisième approche, développée notamment par Michel BECKER à l'INRA de Nancy à partir des années 80, s'attache spécifiquement à ces accidents, et analyse les cas de déperissements. Quelques cas d'école sont ainsi très connus des forestiers. L'étude des cernes de croissance des sapins déperissant des Vosges, lors de l'épisode « des pluies acides », a fourni un des premiers cas documentés en Europe d'augmentation de la productivité des peuplements au cours du XX^e siècle (BECKER, 1987). L'étude du déperissement du chêne à Tronçais dans les années 80 a mis en évidence les différences écologiques entre chêne sessile et chêne pédonculé, et le délai parfois de plusieurs années, entre un accident climatique et la mortalité des chênes fragilisés (BECKER et LÉVY, 1982). Le déperissement de la Harth, dans les années 90, a confirmé la vulnérabilité du chêne pédonculé à la sécheresse, et permis de mettre en évidence des seuils de déficit hydrique entraînant le déperissement (BRÉDA, 1999).

Notons que des avancées scientifiques ont été apportées au cours de ces quatre dernières années en matière de modélisation du comportement des essences. Dans le cadre du programme QDiv⁵, a été développé une comparaison des simulations par différents types de modèles — modèles de niches ou modèles basés sur les processus — de l'évolution de la distribution de quelques grandes espèces d'arbres au réchauffement climatique (Cf. article de V. Badeau, pp. 143-150).

Le projet Dryade⁶ s'est quant à lui attaché à comprendre les dysfonctionnements, à l'échelle de l'arbre ou du peuplement, sous l'effet des contraintes climatiques, biotiques, anthropiques et de leurs interactions, à travers cinq modèles d'étude : sapin en zone supra-méditerranéenne, douglas, chênaies mixtes, hêtraies de plaine, couple épicea-scolytes. Les enseignements apportés par ces résultats scientifiques devraient pouvoir être tirés dans le courant de l'année 2011.

Au plan pratique, les gestionnaires se sont efforcés, dans les directives et schémas régionaux d'aménagement, de procéder à une première analyse de la vulnérabilité des peuplements des régions concernées, sur la base des résultats disponibles (et notamment ceux du projet Carbofor – LOUSTEAU ed., 2010) et des premières orientations d'adaptation proposées. La directive d'aménagement Rhône-Alpes, par exemple, a décliné cette analyse par essences, d'une part et par secteurs géographiques, d'autre part. Elle pointe ainsi la vulnérabilité de l'épicéa en dessous de 1000 m d'altitude, aggravée par le renforcement de l'activité des scolytes sous l'effet du réchauffement, et la vulnérabilité du sapin, aggravée par les attaques du gui (dont l'impact semble progresser sous l'effet du réchauffement, selon DOBBERTIN *et al.*, 2005). Les contextes stationnels rhône-alpins, où le réchauffement semble le plus critique sont : les forêts sur sols peu évolués, à faible réserve utile, les forêts collinéennes de plateaux, à basse altitude et les forêts du secteur méditerranéen de la région.

Il nous faut ainsi poursuivre cette analyse de la vulnérabilité, la faire évoluer en intégrant les nouveaux résultats, adapter nos outils de description des milieux pour les rendre capables d'intégrer explicitement les effets d'un climat variable, et les rendre plus performants pour appréhender la contrainte hydrique.

Faire évoluer la composition des peuplements

Ces progrès nous permettront d'organiser avec plus de pertinence la deuxième orientation d'adaptation, qui consiste à faire évoluer la composition des peuplements. Il faut prendre conscience qu'une telle action sera nécessairement très progressive et s'opérera au

4 - Pour un aperçu de ces dispositifs, consulter le site du réseau F-ORE-T à l'adresse <http://www2.gip-ecofor.org/f-ore-t/>.

5 - QDiv :
« Quantification des effets des changements globaux sur la diversité végétale », programme financé par l'Agence Nationale de la Recherche.

6 -Dryade :
« Vulnérabilité des forêts face aux changements climatiques : de l'arbre aux aires bioclimatiques », programme financé par l'Agence nationale de la recherche <http://www.inra.fr/dryade>

Observer et s'adapter au changement climatique en forêt méditerranéenne

7 - Informations disponibles sur le site du réseau, à l'adresse <http://www.foretpriveefrancaise.com/accueil-161899.html>.

fur et à mesure de la mise en régénération des peuplements — si elle s'accélère, ce ne peut être que sous l'effet de dépérissements effectifs. Si des orientations sont proposées au plan national, sur la base des études d'impacts mettant en évidence la vulnérabilité de certaines essences, si par ailleurs ces orientations sont précisées à l'échelle régionale dans les directives et schémas régionaux d'aménagement, il faut rappeler que la décision ultime est prise au niveau du massif, dans le cadre du plan d'aménagement qui prend en considération l'ensemble des enjeux locaux. Enfin, pour obtenir cette évolution, le forestier dispose d'un éventail de possibilités graduées, qui va de la régénération naturelle (qui permet une adaptation *in situ* par la sélection naturelle), à l'apport de nouveau matériel végétal, en passant par le dosage du mélange des essences en place.

Certaines évolutions de compositions sont dorées et déjà proposées par les Directives et schémas régionaux d'aménagement. La directive pour les Préalpes du Sud, par exemple, recommande de limiter le sapin aux stations les plus favorables (soit au-dessus de 1300 m d'altitude en ubac et 1500 m en adret), et propose d'étendre le cèdre, résistant à la sécheresse, mais aussi à l'incendie, en favorisant son mélange avec des essences en place, comme le sapin ou le chêne pubescent. L'extension des sapins

méditerranéens est également envisagée, dans la limite de leur vulnérabilité aux gelées tardives.

D'une façon générale, l'analyse des directives régionales d'aménagement du secteur méditerranéen met en évidence des tendances et orientations communes. Il y apparaît que la maturation des couverts se poursuit, que ce soit dans les milieux ouverts, dont la fermeture par les pins progresse, dans les pineraies elles-mêmes, colonisées peu à peu par les feuillus (chêne vert, chêne pubescent, hêtre) et le sapin, qui s'y substituent à terme. Elle se manifeste également par le recul d'espèces anciennement favorisées par l'homme, comme le châtaignier ou le chêne-liège. Le souci des gestionnaires, dans un contexte de gestion généralement très extensif, est de comprendre et de maîtriser ces dynamiques, pour les orienter dans le sens qui leur paraît favorable à l'adaptation. La dynamique du hêtre vers les altitudes plus élevées leur paraît ainsi être un atout, tandis que la dynamique descendante du sapin dans les stations sèches est perçue comme un risque pour l'avenir.

D'une façon générale, le recul du sapin est attendu, voire progressivement organisé, et différentes espèces sont envisagées pour compenser son recul, notamment les cèdres, les sapins méditerranéens, et le pin laricio. Il est d'ailleurs significatif que le RMT AFORCE finance un projet sur l'installation et la conduite des peuplements de cèdres, et un autre sur l'évaluation des ressources génétiques du genre *Abies* utilisables pour faire face aux changements climatiques⁷.

Cette question de l'évolution de la composition des peuplements, centrale dans l'adaptation au changement climatique, est aussi au cœur des débats. Une opposition entre une confiance absolue à la nature (le forestier n'ayant qu'à veiller à la naturalité des peuplements), s'oppose à une vision très biotechnique, où il suffirait de maîtriser les paramètres de choix du matériel végétal. Les deux visions ont leur excès. Peut-on faire confiance à la nature pour assurer les besoins des hommes ... surtout pour les prochaines décennies où il va falloir faire face à une crise de l'énergie dans laquelle le bois, matériau et source d'énergie, aura nécessairement un rôle majeur à jouer ? Qu'est-ce que la naturalité, dans le contexte d'un changement global du climat lié à l'activité humaine ?

Photo 1 :

Le sapin en zone supraméditerranéenne : un des modèles d'étude du programme ANR Dryade (tournée dans le massif du Ventoux, mai 2008)
Photo M. Legay / ONF



Mais réciproquement, peut-on ignorer les limites d'une approche purement agronomique en forêt, compte tenu de la durée des cycles, de l'extensivité de la gestion et de la complexité du milieu géré ? Par ailleurs, les incertitudes mêmes qui affectent notre capacité à anticiper l'évolution du climat doivent nous inciter à une bonne dose de modestie et de pragmatisme.

Voilà pourquoi il faut poser le débat de façon globale et équilibrée, en prenant en compte l'ensemble des enjeux : production de biens, mais aussi de services, et d'aménités, maintien du fonctionnement des écosystèmes, conservation... Tous les discours simplistes risquent de retarder le débat de fond, préalable à une action sereine, alors que le temps presse. Les expériences passées de transfert d'espèces, notamment dans le cadre des arboretums, et essais de comparaison d'espèces et de provenances, doivent être mis à profit pour instruire le sujet, à charge (documenter les erreurs) et à décharge (documenter les succès).

Gérer dynamiquement les peuplements

En ce qui concerne la gestion des peuplements en place, la principale orientation d'adaptation consiste à dynamiser la sylviculture — c'est-à-dire à augmenter l'intensité des prélèvements en éclaircie — et généralement à raccourcir les durées de production. La motivation première de cette orientation (déjà ancienne à l'ONF, puisqu'une note de service interne en faisait déjà mention en 1996), est de prendre en compte l'augmentation de la productivité des peuplements. Une densité contrôlée est par ailleurs de nature à limiter l'exposition aux stress : en permettant des cycles de production plus courts, elle permet de diminuer l'exposition au risque de vent (BOCK *et al.*, 2004). En limitant la surface de feuillage, elle permet d'améliorer le bilan hydrique. Globalement, une bonne gestion de la distribution des âges permet de limiter la proportion de peuplements vieillissants, généralement plus vulnérables aux accidents climatiques ou biotiques. En zone méditerranéenne, le vieillissement des sapinières du Pays de Sault est ainsi analysé par les forestiers comme un facteur prédisposant aux

dépérissements observés. Enfin, le raccourcissement des cycles de production tend à accélérer le renouvellement des peuplements, et donc de favoriser leur adaptation au climat changeant, que ce soit par sélection et adaptation spontanée dans les régénération naturelles, ou bien par modification active de la composition du peuplement par le forestier. Par ailleurs, même s'il ne s'agit plus là d'adaptation, la dynamisation de la sylviculture est nécessaire pour produire plus de bois, matériau et source d'énergie stratégique pour limiter le recours au carbone fossile.

La dynamisation de la sylviculture a moins d'importance en zone méditerranéenne, où la sylviculture est généralement extensive, que dans les grands bassins de production du nord de la France. Cela pose d'ailleurs le problème du financement de l'adaptation dans les forêts de faible rentabilité. Cependant, cette orientation est posée aussi en zone méditerranéenne sensu lato pour une essence productive comme le sapin, pour lequel une réduction des âges et diamètres d'exploitabilité est préconisée. Dans ce cas, une motivation supplémentaire s'ajoute à la liste ci-dessus : l'adaptation à la demande industrielle pour des bois de diamètre limité.

Au moins autant que la modification planifiée de la composition des peuplements, la dynamisation de la sylviculture suscite discussion. Ce débat engage probablement plus la communauté professionnelle que le grand public, mais il correspond à des enjeux sociaux immédiats. Quel équilibre trouver entre la dynamisation de la sylviculture et la préservation des stades sénescents, dans laquelle la forêt publique s'est engagée au cours de la décennie précédente, par exemple avec la préservation d'îlots de vieux bois, ou le maintien d'arbres sénescents au sein des peuplements gérés ? Comment régler et piloter cette augmentation des prélèvements, alors que l'on sait la productivité en hausse, certes, mais aussi très fluctuante et probablement contrecarrée à moyen terme par l'aggravation de la contrainte hydrique ? Une appréciation robuste et fine des stocks de bois sur pied, de leur répartition dans l'espace et de leur évolution dans les temps s'est ainsi imposée récemment comme une question de premier plan.



Photo 2 :

Dépérissage de sapins
dans la vallée de la Tinée
(06)

Photo J.Ladier /ONF

Gérer les risques

Un dernier axe d'adaptation consiste enfin à chercher à limiter les risques ou maîtriser les impacts des crises. Nous avions en particulier mis l'accent, lors de notre analyse initiale, sur la nécessité, dans un contexte de demande de bois accrue, de préserver le capital sol, en évitant le tassement lié aux exploitations, et en raisonnant les exportations d'éléments minéraux pour préserver la fertilité minérale des sols pauvres. Si les risques de tassement ou d'appauvrissement des sols concernent a priori relativement peu la zone méditerranéenne, d'autres risques sont susceptibles d'y augmenter sous l'effet du réchauffement, comme l'incendie, ou encore les phénomènes d'érosion des sols. Quant au risque de dépérissage des peuplements, c'est déjà une réalité, mesurable dans un dispositif comme l'Observatoire des dépérissements des Alpes-Maritimes, (Cf. article de Guy Maréchal et Jean Ladier, pp. 135-140). Face à ce risque, le forestier n'a pas d'autres outils d'adaptation que ceux déjà présentés : adaptation de la sylviculture et changement progressif de la composition. En cela, l'adaptation en forêt se présente de façon très différente de l'adaptation en agriculture, où l'on peut jouer sur des paramètres cultureaux liés à l'annualité des cultures et à l'intensivité de la gestion agricole (dates des stades culturaux, modalités d'irrigation..., BRISSON et LEVRAULT ed., 2010).

En matière de maîtrise des risques et de leurs impacts, la principale marge de progrès identifiable semble être dans la gestion de crise. Sous l'effet de la série dense d'événements climatiques extrêmes qui ont émaillé la dernière décennie, initiée par la tempête de 1999, des outils de gestion de crise ont été mis en place à l'ONF. Plus récemment, un partenariat entre forestiers publics et privés, Inra et Département de la Santé des Forêts a permis d'élaborer un guide de gestion des forêts en crise sanitaire. En effet, ces crises qui apparaissent et se développent lentement, présentent des difficultés spécifiques qui méritaient d'être prises en considération. Il y a encore certainement d'énormes progrès à faire dans la gestion des risques et dans le développement de notre aptitude à y faire face, par exemple dans la prise en compte des risques combinés, et des interactions entre modifications des peuplements (dépérissement, changement de composition) et modifications du régime des perturbations climatiques, qu'il s'agisse de sécheresse ou d'épisodes de pluies intenses.

Suivre en continu les effets des changements climatiques

Enfin, suivre en continu la réponse des peuplements aux effets des évolutions du climat, reste d'une impérieuse nécessité. Le monitoring doit être considéré comme une dimension de la gestion forestière durable. La contribution de l'ONF consiste principalement en la mise en œuvre du réseau RENE-COFOR, et en la participation, aux côtés de la forêt privée, au réseau des correspondants observateurs, animé par le Département de la Santé des Forêts. Dans un contexte de moyens économiques limités, il faut se concentrer sur les dispositifs existants, qui seuls permettent d'interpréter les crises à la lumière d'un historique de suivi suffisamment long. Les initiatives nouvelles doivent rechercher la complémentarité avec les grands réseaux nationaux existants, et en ce sens, l'Observatoire des Alpes-Maritimes, qui permet de mieux caractériser les dépérissements à l'échelle régionale, est un exemple convainquant.

Quatre ans après l'état des lieux initial, un constat très positif peut être posé : la communauté professionnelle est mobilisée et

solidaire, comme le montre par exemple l'activité du réseau mixte technologique AFORCE. Cependant, les avancées sont ralenties par les moyens limités impartis à la recherche et au développement, soumis à une brutale inflation des questions soulevées par le changement climatique : connaissance de la productivité et de ses variations, outils et données pour le diagnostic écologique, besoins et comportement des essences, caractérisation du régime hydrique, économie de la production en situation de risque... L'adaptation d'une activité extensive et de long terme, comme la gestion forestière, reste une gageure, face à des marges d'incertitudes qui demeurent très importantes... et qui ne se réduisent pas nécessairement avec le progrès des connaissances, qui contribue plutôt actuellement à mieux les évaluer. Mais cette gageure n'est pas fondamentalement différente des difficultés intrinsèques à l'activité forestière et ne doit ni effrayer ni décourager.

M.L.

Bibliographie

- Becker, M. (1987). Santé de la forêt : le sapin témoigne. *La Recherche* 18, 1097-1098.
- Becker, M. & Lévy, G. (1982). Le dépérissement du chêne en forêt de Tronçais : les causes écologiques. *Annales des Sciences Forestières*. 39(4), 439-444.
- Bock, J., Vinkler, I., Duplat, P. & Renaud, J.P. (2004). Stabilité au vent des hêtraies : les enseignements de la tempête de 1999 dans le nord-est de la France. *Rendez-Vous techniques* 3.
- Brisson, N., Levraud, F., ed. (2010). *Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces. Le Livre vert du projet CLIMATOR (2007-2010)*, ADEME Editions, Paris.
- Bréda, N. (1999). Le rôle clé des déficits hydriques dans le dépérissement des chênaies en forêt de la Harth (Alsace du Sud) établi par une analyse dendroécologique et écophysiologique. *Les Cahiers du DSF*, 92-94.
- Dobbertin, M., Hilker, N., Rebetez, M., Zimmermann, N., Wohlgemuth, T. & Rigling, A. (2005). The upward shift in altitude of pine mistletoe (*Viscum album* ssp. *austriacum*) in Switzerland – the result of climate warming? *International Journal of Biometeorology* 50, 40-47.
- Joud, D. (2007). *Guide pour les forêts des montagnes de l'Ain (Bugey, Haut-Jura, Revermont)*. CRPF Rhône-Alpes.
- Legay, M. & Ladier, J. (2008). La gestion forestière face aux changements climatiques : premières orientations d'adaptation en forêt publique - Le cas des forêts méditerranéennes. *Forêt Méditerranéenne* 29 (2), 221-234.
- Legay, M. & Mortier, F. (2006). La forêt face au changement climatique - adapter la gestion forestière. *Les dossiers forestiers* 16, ONF.
- Lousteau, ed. (2010). *Forests, Carbon Cycle and Climate Change*. Quae Editions.
- Perrier, C. (2007). *Guide pour l'identification des stations et le choix des essences en Argonne*. CRPF Champagne-Ardenne et CRPF Lorraine-Alsace.
- Prochasson, A. & Gauquelain, X. (2006). *Directive régionale d'aménagement Rhône-Alpes*. ONF.
- Simon-Teissier, S. (2006). *Directive régionale d'aménagement Méditerranée-Provence-Alpes-Côte d'Azur, Préalpes du Sud*. ONF.

Myriam LEGAY
Office national
des forêts
Responsable du Pôle
R&D de Nancy
Bât 802 - Les Merises
54840 Velaine-en-
Haye
Tél. : 03 83 23 45 05
Mél :
myriam.legay@onf.fr

Résumé

Face aux impacts attendus du changement climatique, la plupart des mesures envisageables pour adapter la forêt et la gestion forestière se ramènent aux thèmes suivants :

- Quels seront les peuplements les plus vulnérables ?
- Faut-il entreprendre la modification de leur composition en espèces, et comment ?
- Faut-il faire évoluer le niveau ou les modalités des récoltes ?
- Peut-on, en limitant les stress non directement liés au changement climatique, limiter la vulnérabilité des écosystèmes ?
- Quelles dispositions prendre pour maîtriser les effets des crises liées à la dérive climatique ou aux événements climatiques extrêmes ?
- Comment suivre en continu les effets de l'évolution du climat et des accidents climatiques sur le fonctionnement et la composition des écosystèmes, et quel effort y consacrer ?

Pour chacun de ces axes, cet article décrit l'avancement de la réflexion en France, à l'aide d'exemples concrets empruntés à différents contextes. Il met en évidence les incertitudes, les débats soulevés, et les différents verrous – de connaissance ou de mise en œuvre – identifiables.

Summary

Main orientations in adapting to climate change: progress report

Faced with the expected impact of climate change, most of the measures that can be envisaged for adapting forests and forestry management boil down to the following topics:

- Which stands will be most vulnerable?
 - Should we undertake to modify their species composition and, if so, how?
 - Should we progressively change the amounts harvested and the harvesting parameters?
 - Can we, by limiting stress not directly linked to climate change, limit the vulnerability of ecosystems?
 - What measures are needed to control the impact of crises linked to climate change or to extreme climatic events?
 - How can ongoing monitoring be done of the effects of the evolution in climate and climatic incidents on the functioning and make-up of ecosystems, and what efforts should be devoted to it?
- For each of these topics, this article details the way reflection is progressing in France, using concrete examples taken from different contexts. It highlights the uncertainties, the ensuing debates and the various known hindrances –related to knowledge or to implementation

Riassunto

I grandi orientamenti di adattamento al cambiamento climatico : punto di tappa

Di fronte agli impatti aspettati del cambiamento climatico, la maggior parte delle misure progettabili per adattare la foresta e la gestione forestale se riducono ai termini seguenti :

- Quali sono i popolamenti più vulnerabili ?
 - Bisogna intraprendere la modificaione della loro composizione in specie e come ?
 - Bisogna fare evolvere il livello o le modalità delle raccolte ?
 - Possiamo, limitando gli stress non direttamente legati al cambiamento climatico, limitare la vulnerabilità degli ecosistemi ?
 - Quale disposizioni prendere per domare gli effetti delle crisi legate alla deriva climatica o agli eventi climatici estremi ?
 - Come seguire in continuo gli effetti dell'evoluzione del clima e degli incidenti climatici sul funzionamento e la composizione degli ecosistemi, e quale sforzo consacrarsi ?
- Per ognuno di questi assi, questo articolo descrive l'avanzamento della riflessione in Francia, con l'aiuto di esempi concreti tratti da diversi contesti. Mette in evidenza le incertezze, le discussioni sollevate, e i diversi catenacci – di conoscenza o di messa in opera – identificabili.