

Observer et s'adapter au changement climatique en forêt méditerranéenne

# Les impacts du changement climatique et l'adaptation des espaces forestiers : coûts des impacts et mesures d'adaptation en métropole

par Pierre BOUILLON

***Les effets attendus des changements climatiques sont-ils pris en compte dans l'élaboration des politiques ? Dans cet article, l'auteur nous présente les principaux résultats du rapport interministériel qui a permis une première évaluation quantitative des conséquences possibles du changement climatique sur les forêts françaises. Les premières recommandations et mesures sont présentées, confirmant la prise en compte du phénomène au niveau national, et aussi européen.***

## **Diagnostic climatique : des scénarios inquiétants...**

Après une augmentation de 1,1°C de la température moyenne en France métropolitaine au XX<sup>e</sup> siècle, les scénarios prévus par les météorologues pour le XXI<sup>e</sup> siècle envisagent une augmentation minimale de 2°C de la température moyenne, qui pourrait dépasser 6°C dans un scénario extrême. La première conséquence de cette évolution tendancielle consistera en une augmentation substantielle du nombre de jours de canicule (température maximale supérieure à 35°C) : de 3 à 10 jours par an dans les années 90 sur l'essentiel du territoire, nous passerons à plus de 20 jours ou 50 jours par an (selon les scénarios). Cette évolution sera aussi marquée par un allongement des périodes de sécheresse, une augmentation des pics de chaleur en zone méditerranéenne et une méditerranéisation du climat français dans les moitiés sud et ouest du territoire métropolitain (augmentation du nombre de jours de canicules, sécheresses estivales, pluviométrie hivernale accrue avec épisodes de fortes pluies, baisse de la réserve utile en eau des sols pendant la saison de végétation... Cf. Tab. I).

	Scénario B2	Scénario A2
Températures moyennes annuelles	+ 2 à 2,5°C	+ 3 à 3,5°C
Précipitations hivernales	Augmentation d'environ 25% des jours où les précipitations > 10 mm	
Précipitations estivales	Diminution (plus importante pour A2)	
Périodes de chaleur	7 jours/an où la température maximale dépasse 35°C	14 jours/an où la température maximale dépasse 35°C
Sécheresses estivales	+ 4 jours/an de sécheresse	+ 9 jours/an de sécheresse

**Tab. I :**  
Extrait du Rapport Roman-Amat, décembre 2007 : prévisions des modèles climatiques français en fonction des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre à la fin du XXI<sup>e</sup> siècle pour la France  
Source : *Planton, 2004*

A ces données de fond s'ajoutera la possible survenue d'événements exceptionnels (tempêtes, sécheresses, canicules) aggravant la pression de sélection climatique sur les espèces composant les forêts françaises.

Bien entendu, les conséquences les plus importantes toucheront en premier lieu les espèces déjà situées en dehors ou en limite de leur station forestière de référence, comme ce fut le cas par exemple après la canicule de 2003, pour certains peuplements résineux situés dans les vallées d'affluents de la rive droite de la Garonne ou sur les coteaux du val de Saône. Mais ce qui nous

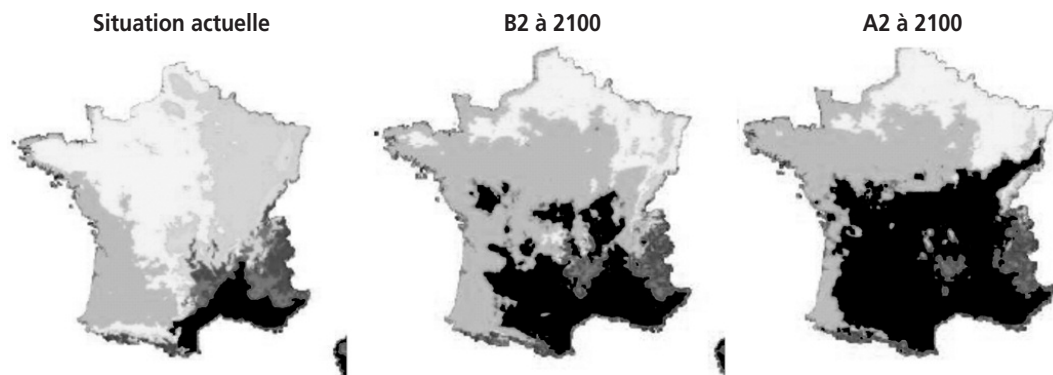
attend d'ici la fin du XXI<sup>e</sup> siècle va bien au-delà de ces premiers « coups de semonce », car la capacité d'adaptation de certaines espèces actuellement en station de référence pourrait également être soumise à rude épreuve.

Paradoxalement, dans un premier temps (première moitié du XXI<sup>e</sup> siècle), hors zone méditerranéenne et hors événements exceptionnels, le changement climatique va produire des éléments favorables à la croissance des arbres : l'augmentation des températures moyennes, la diminution du nombre de jours avec des gelées, l'allongement de la saison de végétation, la plus grande disponibilité en carbone atmosphérique, sont des facteurs très propices à l'augmentation de la croissance des arbres. Ce phénomène, déjà observé ces trois dernières décennies (notamment par la Coopérative de données sur la croissance des arbres), devrait s'accroître lors des prochaines décennies.

Ces tendances a priori positives devront cependant être tempérées par l'augmentation parallèle d'aléas, dont les conséquences sur les massifs forestiers et leurs sols peuvent être considérables et durables (tempêtes sur sols hivernaux détrempés, canicules, incendies, proliférations d'insectes, développement de maladies).

L'impact tendanciel du changement climatique sur les aires de répartition optimales des essences forestières a été spec-

	Actuel	2100 scénario B2	2100 scénario A2
Méditerranéen	9,1%	28,1%	47,9 %
Domaine océanique Sud-Ouest	17,2%	45,9%	30,8%
Domaine océanique Ouest	35,6%	17,4%	16,4%
Montagnard	15,6%	5,4%	3,7%
Domaine continental Est	22,4%	3,2%	1,2%



**Tab. II (ci-dessus), Fig. 1 (ci-contre) :**  
Progression des surfaces soumises au climat méditerranéen (en noir sur les cartes) selon les différents scénarios

taculièrement mis en évidence par les cartes issues du projet Carbofor (2004), mentionnées dans le rapport Roman-Amat (Cf. Tab. II et Fig. 1).

La progression du climat méditerranéen vers le nord devrait s'accélérer au cours de ce siècle, mais selon un axe dirigé vers le nord-ouest en contournant le Massif-Central, avec à la gauche de cet axe, les régions Midi-Pyrénées et Poitou-Charentes, à sa droite le couloir rhônalpin et ses prolongements, vers le val de Saône et la vallée du Doubs jusqu'au sud de l'Alsace. Le climat océanique caractérisant actuellement le Sud-Ouest devrait peu à peu migrer vers les latitudes allant de la Bretagne au bassin parisien. La zone océanique ouest se réduirait au Perche, à la Picardie, au Nord et à la Lorraine, tandis que les climats montagnards et continentaux seraient marginalisés, en passant de 38% à seulement 5% du territoire national.

Ces premiers travaux sont en cours d'approfondissement, afin d'enrichir les modèles avec des paramètres complémentaires, susceptibles d'amplifier ou d'atténuer les effets du changement climatique. Il s'agit par exemple de la réserve utile en eau des sols ou encore de la capacité d'adaptation globale des écosystèmes et des grandes essences forestières.

Mais il apparaît indispensable de souligner l'impact des événements exceptionnels : ils perturbent durablement les milieux et déstabilisent sans commune mesure l'économie de la filière forêt-bois. Les tempêtes centennales Lothar (26/12/1999), Martin (27/12/1999) et Klaus (24/1/2009) ont laissé une empreinte sans équivalent dans les siècles passés en termes de volumes de bois chablis :

- 140 millions de m<sup>3</sup> pour Lothar et Martin (quatre récoltes commerciales annuelles), dont 50% dans les régions Aquitaine et Lorraine,

- 43 millions de m<sup>3</sup> pour Klaus, à 97% en Aquitaine (cinq récoltes annuelles de pin maritime).

Ajoutons que le 28 février 2010, la tempête Xynthia s'attaquait aux forêts dunaires de l'Atlantique et aux forêts de protection du centre des Pyrénées.

En réponse à ces événements exceptionnels, une réponse exceptionnelle a été donnée par les pouvoirs publics, à travers la mise en œuvre, après les tempêtes Lothar et Martin, d'un plan de solidarité nationale

représentant une dépense supérieure au milliard d'euros. Le gouvernement a ainsi porté pendant 10 ans (2000-2009) et mené à son terme un plan chablis ayant permis de stocker des bois, nettoyer et reconstituer les parcelles sinistrées. Après la tempête Klaus, l'Etat s'est de nouveau engagé pour 8 ans (2009-2016) dans un nouveau plan de nettoyage et de reconstitution des forêts sinistrées, très principalement situées dans les Landes de Gascogne.

S'ajoutent aux plans tempêtes, la prévention et la gestion des risques d'incendie. L'année 2003 a marqué les esprits : 70 000 ha de forêts brûlées, soit quatre fois plus que la moyenne annuelle des dernières décennies. Mais d'ici 2050, de tels scénarios pourraient se reproduire plus fréquemment. En effet, les zones sensibles au risque d'incendie devraient représenter des surfaces beaucoup plus importantes qu'aujourd'hui (Cf Fig. 2, la carte de Météo-France à échéance 2050).

Malgré des facteurs positifs pour la croissance des arbres liés à l'allongement de la saison de végétation, nous voyons bien que l'impact de l'instabilité climatique sur les forêts n'a jamais été si élevé, tandis que l'inexorable ascension des températures, nécessitera de suivre de très près les capacités d'adaptation des espèces forestières à leurs nouvelles conditions climatiques et en particulier à des stress hydriques d'ampleur inédite.

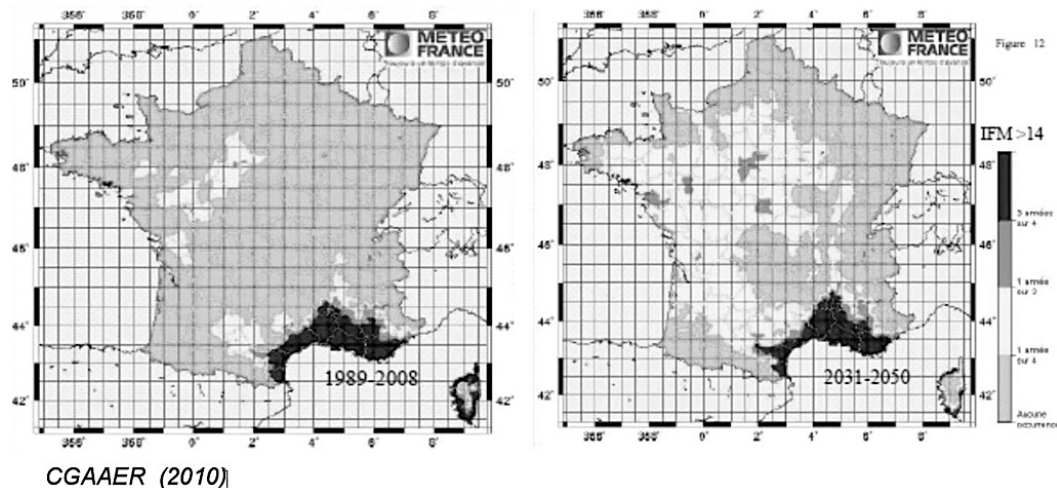
Par ailleurs, il ne faut pas négliger la variabilité cachée derrière les moyennes, notamment sous climat méditerranéen. L'évolution tendancielle peut ainsi être marquée par de fortes variations, à l'image de la pluviométrie niçoise : 317 mm de pluie en 2007 et 1030 mm en 2008 ! Il est en outre possible de lire dès à présent dans les relevés de Météo-France des signes avant-coureurs illustrant ce que pourraient être nos futures conditions climatiques : la pluviométrie du mois d'août 2010 et la carte de l'indicateur d'humidité des sols en août 2010 correspondent de façon étonnante aux simulations mettant en évidence une méditerranéisation progressive du climat français au cours du XXI<sup>e</sup> siècle.

Dans ce contexte, la Commission européenne a demandé à plusieurs organismes scientifiques européens de référence (EFI, BOKU, INRA et Académie italienne des sciences forestières) un rapport, remis en

**Fig. 2 :**  
Extension d'ici 2050  
des zones sensibles  
aux feux de forêt

NOTA : une modification de la circulation des masses d'air dans le golfe de Gênes pourrait conduire à une augmentation des précipitations dans les Alpes-Maritimes et la Corse montagnarde en saison de végétation, réduisant d'autant l'exposition au risque d'incendie des trois départements concernés.

**Extension d'ici 2050 des zones sensibles aux feux de forêt**



novembre 2008, sur « *Les impacts du changement climatique sur les forêts européennes et les options pour l'adaptation* ». Elle s'est ensuite attelée à la rédaction d'un livre vert sur le changement climatique et la protection des forêts (mars 2010), lui-même complété par le rapport d'un groupe de travail du Comité permanent forestier européen sur le changement climatique et la sylviculture. L'ensemble de ces documents décrit les nombreux risques pesant sur les forêts européennes et alerte les autorités publiques sur la nécessité de prévoir dès à présent une stratégie communautaire et des stratégies nationales d'adaptation au changement climatique. Ces contributions nourrissent les réflexions en cours visant à rapprocher la stratégie communautaire pour l'adaptation des forêts au changement climatique et la préparation des futures orientations de la politique agricole commune à compter de 2014 (volet forestier de la politique européenne de développement rural).

Notons que la forêt ne fait pas partie des compétences communautaires figurant dans le traité de Rome, mais que beaucoup de politiques communautaires ont un impact sur la forêt. Cela justifie qu'une coordination soit organisée (Comité permanent forestier) et qu'une stratégie forestière communautaire soit définie. Autour de cette stratégie, différents outils financiers et réglementaires sont mis à disposition de chaque Etat membre. Les pays peuvent ainsi élaborer la stratégie

nationale la plus adaptée à leurs enjeux. Il est notamment possible d'appuyer la politique forestière nationale sur un important volet forestier du plan de développement rural hexagonal (second pilier de la PAC, le premier étant constitué des aides directes aux agriculteurs).

La France a par exemple massivement utilisé le volet forestier du développement rural pour financer la reconstitution des forêts sinistrées par les tempêtes Lothar et Martin (près de 90% du cofinancement communautaire dédié à la forêt sur la période 2000-2006). De même, à compter de 2014, il pourrait être envisagé d'utiliser cet outil pour commencer à financer, à travers des mesures ciblées, l'adaptation progressive des forêts françaises au changement climatique.

Soulignons que sur le volet atténuation du changement climatique, par le stockage de carbone en forêt et par l'utilisation du bois-matériau et du bois comme source d'énergie renouvelable, la forêt a un rôle majeur à jouer dans la mise en œuvre du "Paquet Energie-Climat", adopté par l'Union européenne en décembre 2008 et prévoyant à l'horizon 2020 :

- moins 20% d'émissions de gaz à effet de serre (plus grande utilisation du bois et fonction puits de carbone des forêts) ;
- plus 20% d'énergies renouvelables (rôle majeur de la biomasse) ;
- moins 20% de consommation énergétique (développement de l'efficacité énergétique).

## Première évaluation des conséquences du changement climatique pour la forêt française, avec la réalisation d'une étude sur l'évaluation du coût des impacts du changement climatique dans le secteur forestier

L'Institut FCBA et le laboratoire EconomiX (Paris-X-Nanterre) ont effectué au premier semestre 2010 une première évaluation quantitative des conséquences possibles du changement climatique sur les forêts françaises. La quantification et les scénarios proposés ont été volontairement simplifiés et limités aux critères de productivité des forêts (volumes de bois produits et gains économiques potentiels), selon deux horizons de temps : le moyen terme avec une hausse du taux moyen de croissance (2030 pour A2, 2050 pour B2) et le long-terme (jusqu'en 2100), avec une baisse de ce taux. La simplification a notamment conduit à intégrer des paramètres d'économie constante et d'absence de catastrophes naturelles exceptionnelles (méthodologie imposée par le ministère de l'Écologie).

Sur le moyen terme, les impacts du changement climatique sont favorables (augmentation de la durée de la saison de végétation, plus grande disponibilité en carbone atmosphérique), puisque n'est pris en compte que l'effet volume de bois à prix constants (niveaux actuels).

Le long-terme paraît plus défavorable, avec des coûts plus importants et des recettes potentielles moindres. Le chiffrage à 2100 n'a pas été réalisé, du fait d'incertitudes encore plus grandes à cet horizon, en particulier sur le facteur hydrique.

Selon le scénario « changement climatique et productivité des forêts », sur le moyen terme, la production brute supplémentaire atteindrait en fin de période près de 30 millions de m<sup>3</sup> (dont 70% en bois d'œuvre), soit des recettes potentielles cumulées sur cette période (à prix constants) de 3,1 milliards d'euros selon A2 (jusqu'à 2030) et de 7,2 milliards d'euros pour B2, du fait d'une période d'occurrence plus longue (jusqu'à 2050).

Le second scénario « valorisation + » est une variante du scénario précédent. Ont été

introduits des volumes récoltés supplémentaires, en lien avec les objectifs assignés à la forêt à échéance 2020 (Directive EnR, Grenelle de l'Environnement, Assises de la Forêt), ainsi que les volumes susceptibles d'être consommés par les projets CRE. Ce scénario traduit de façon implicite une mesure « sans regret », car plus grande est la récolte, plus les risques associés au changement climatique diminuent.

En conclusion de cette étude, il ressort que des gains en productivité sont envisageables pendant la première moitié du XXI<sup>e</sup> siècle... sous réserve qu'ils ne soient pas annulés par des catastrophes climatiques (tempêtes, sécheresses). Pendant la seconde moitié du siècle, les facteurs seront clairement défavorables : baisse tendancielle de la productivité et augmentation des risques d'événements exceptionnels.

Si l'on se réfère à la période 1999-2010, on observera qu'en dépit de conditions tendanciellement plus favorables (poursuite de la hausse des températures moyennes et de la disponibilité en carbone atmosphérique), les accidents climatiques ont été nombreux (tempêtes centennales Lothar, Martin et Klaus, canicule d'août 2003) et ont fait plus qu'annuler les gains attendus. Les tempêtes Lothar et Martin ont, par exemple, fait l'objet d'un plan gouvernemental sur 10 ans ayant absorbé l'essentiel des moyens d'intervention destinés à la politique forestière, tandis qu'avant même la fin de ce plan, la tempête Klaus (24 janvier 2009) nécessitait la mise en place d'un nouveau plan gouvernemental, sur 8 ans, également très coûteux.

L'exercice a mis en lumière la possibilité d'évaluer des gains, mais surtout la quasi impossibilité de modéliser la survenue et les conséquences des événements exceptionnels (tempêtes, incendies, canicules) : outre la perte des revenus liés au matériau bois (dépendant de la nature et de l'intensité de l'événement exceptionnel, de la conjoncture économique au moment de la catastrophe) et des conséquences spécifiques aux incendies de forêt (menaces pour les habitants et les logements), l'impact peut en outre s'avérer considérable en termes de dégradation des services écosystémiques assurés par la forêt.

Une absence de reconstitution du couvert forestier peut entraîner une moindre recharge des nappes phréatiques en hiver, une diminution locale de l'humidité atmosphérique et des échanges hydriques entre

1 - A l'adresse :  
[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/partie\\_1\\_rapport\\_de\\_synthese.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/partie_1_rapport_de_synthese.pdf)

2 - A l'adresse :  
[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/partie\\_3\\_rapports\\_des\\_groupes\\_sectoriels.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/partie_3_rapports_des_groupes_sectoriels.pdf)

3 - A l'adresse :  
[http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport\\_concertation\\_adaptation\\_17\\_06\\_2010.pdf](http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_concertation_adaptation_17_06_2010.pdf)

l'air et le sol (cycle de l'eau), une augmentation de l'érosion hydrique et éolienne du sol, l'apparition de coulées de boue (en particulier sur bassins versants), la dérégulation des débits des cours d'eau, une perte de productivité des forêts et terres agricoles alentours, une diminution des ressources disponibles en eaux souterraines affectant l'ensemble des utilisateurs, la perte de biodiversité liée à l'altération de l'écosystème forestier et, bien sûr, l'affaiblissement de la fonction « puits de carbone », en raison de la non reconstitution du puits.

De tels impacts sont bien entendu très difficiles à évaluer, à chiffrer, en particulier aux horizons 2030, 2050 et 2100. La valeur économique des multiples fonctions assurées par les forêts étant peu prises en compte par le marché, il est d'autant plus difficile de construire un modèle d'évaluation du coût pour la collectivité des impacts cumulés du changement climatique sur les forêts françaises.

L'étude FCBA/EconomiX a également abordé le thème des principales vulnérabilités de la forêt française face au changement climatique. L'exposition au risque d'incendie de forêt s'étend de la zone méditerranéenne vers le sud-ouest de la France. Elle devient sensiblement plus élevée dans le sud-ouest et au sud du Massif-Central, gagne peu à peu le Centre et l'ouest de la France.

De façon générale, la sensibilité des forêts et de leurs espèces principales au stress hydrique devrait permettre d'établir des cartes de vulnérabilité, tenant compte à la fois des espèces présentes, du contexte pédoclimatique et de leur capacité d'adaptation lorsque ce contexte change. Le projet Carbofor l'a illustré avec le cas du hêtre, espèce particulièrement sensible au stress hydrique, qui lors de la canicule d'août 2003, avait spectaculairement réagi en sacrifiant au mois d'août son couvert foliaire, afin d'interrompre toute évapotranspiration liée à l'activité photosynthétique. A échéance 2100, l'espèce pourrait disparaître d'une grande partie de son aire naturelle actuelle, mais dans l'immédiat sa productivité annuelle augmente... hors tempêtes. Celle-ci a augmenté au XX<sup>e</sup> siècle de 25% dans le Nord-Ouest et de 50% dans le Nord-Est.

Le rapport de synthèse de *l'Evaluation du coût des impacts du changement climatique et de l'adaptation en France* est téléchargeable<sup>1</sup> sur Internet, ainsi que celui du groupe sectoriel Forêt<sup>2</sup>.

## Préparation du Plan national d'adaptation au changement climatique

A la suite de cette première étape consistant à tenter d'évaluer les coûts des impacts du changement climatique, le ministère chargé du changement climatique a lancé en décembre 2009 le chantier de la préparation d'un Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC). Des groupes de travail « grenelliens » (associant la société civile) ont été constitués, dont un concernant la forêt. Les travaux de ce groupe de travail ont fait l'objet d'un rapport constitué des recommandations de l'ensemble des groupes de travail thématiques. Ce document adopté et présenté par Chantal Jouanno en juin 2009, est consultable sur Internet<sup>3</sup>.

Il comporte dix recommandations pour la forêt, qui peuvent être rassemblées dans trois thèmes principaux :

### 1 - Meilleure connaissance et suivi des impacts du changement climatique sur les écosystèmes :

- collecter les données écologiques, promouvoir et organiser leur disponibilité, ainsi que le suivi des impacts sur les écosystèmes ;
- poursuivre et intensifier la R&D sur l'adaptation des forêts au changement climatique ;
- appuyer les politiques nationales d'adaptation des forêts au changement climatique sur des démarches locales et concertées.

### 2 - Gestion forestière adaptative :

- favoriser l'adaptation des peuplements ;
- conserver et adapter les ressources génétiques forestières ;
- adapter la gestion à l'évolution de la productivité forestière.

### 3 - Prévention et gestion des risques :

- préserver la fonction de protection des forêts vis-à-vis des risques naturels ;
- prévenir un risque accru d'incendies ;
- gérer les conséquences en forêt des événements climatiques exceptionnels ;
- améliorer la couverture des sylviculteurs contre les aléas climatiques, via le dévelop-

pement de systèmes assurantiels (en quantité et en qualité).

La publication de ce rapport a été suivie d'une phase de concertation, de juillet à octobre 2010 (internet, réunions publiques, consultation de l'Assemblée nationale et du Sénat). Une consolidation des contributions a eu lieu en novembre 2010, avant que ne commence la dernière étape, celle de la rédaction des fiches du Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC), qui doit être adopté au cours de l'été 2011.

La mise en œuvre des différentes actions du PNACC s'étalera sur 5 années, à l'issue desquelles une évaluation sera réalisée.

S'agissant de la forêt, il est envisagé de proposer cinq fiches action rassemblant les thématiques suivantes :

*Action n°1* : Poursuivre et intensifier la recherche-développement sur l'adaptation des forêts au changement climatique ;

*Action n°2* : Collecter les données écologiques, promouvoir et organiser leur disponibilité, ainsi que le suivi des impacts sur les écosystèmes ;

*Action n°3* : Favoriser la capacité d'adaptation des peuplements forestiers et préparer la filière bois au changement climatique ;

*Action n°4* : Préserver la biodiversité ainsi que les services rendus par la forêt vis-à-vis des risques naturels ;

*Action n°5* : Anticiper et gérer les événements climatiques extrêmes.

Le contenu détaillé de ces cinq actions sera rendu public au cours de l'été 2011. Mais dès à présent, il convient de souligner que le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire a déjà initié une partie de ces actions, qu'il conviendra de renforcer, car elles apparaissent stratégiques pour l'avenir des forêts françaises en contexte de changement climatique.

Parmi ces actions de long terme portées par le MAAPRAT, qu'il est envisagé d'amplifier dans le contexte du PNACC, figurent notamment les travaux de la Commission Ressources génétiques forestières.

Celle-ci a été mise en place et soutenue par le ministère chargé des forêts depuis 1991, en application d'une résolution adoptée lors de la conférence ministérielle paneuropéenne de Strasbourg pour la protection des forêts

en Europe (1990). Cette Commission scientifique nationale oriente les stratégies de conservation mises en œuvre en France pour 10 espèces forestières indigènes (réseaux de conservation in-situ et ex-situ). Elle rassemble les organismes scientifiques, les pépinières conservatoires de l'Etat, les gestionnaires publics et privés, FNE et l'administration.

Ses objectifs sont l'inventaire et la conservation, pour les espèces majeures, disséminées ou menacées de disparition, des populations représentatives de la diversité génétique de l'espèce à l'échelle nationale.

La conservation in situ concerne très majoritairement la forêt publique et fait l'objet d'une gestion spécifique par l'ONF, qui veille à la bonne régénération naturelle de ces ressources génétiques.

La conservation ex situ est assurée par les pépinières conservatoires de l'Etat, à Aix-en-Provence pour le climat méditerranéen, Guéméné-Penfao pour le climat océanique, Peyrat-le-Château pour le climat continental et montagnard. Celle-ci concerne prioritairement les espèces menacées (pin de Salzman, ormes, peuplier noir, noyer) ou ayant un caractère disséminé ne permettant pas la mise en place d'une conservation in situ efficace (feuillus précieux).

Les progrès de la recherche sur la détermination des critères de vulnérabilité des essences doivent permettre de définir les prochaines priorités de conservation in situ et ex situ. L'identification et la conservation de ces ressources génétiques est éminemment stratégique pour l'adaptation des forêts françaises à leurs futures conditions climatiques.

Le message de la CRGF concernant le changement climatique pourrait être sommairement résumé comme suit :

– face à des conditions climatiques en évolution continue, mais avec de fortes variations annuelles et régionales, il convient de valoriser la richesse génétique des populations, en favorisant, autant que possible, leur grande capacité adaptative ;

– il est recommandé aux sylviculteurs d'apporter des réponses graduées en fonction des risques auxquels sont exposés les massifs forestiers et de s'assurer d'une bonne caractérisation des causes de ce qui peut être interprété comme un début de dépérissement, à l'échelle du massif ou de la région,



**Photo 1 :**  
Effets de la canicule  
de 2003 dans le Luberon

avant de prendre des décisions « lourdes » et coûteuses en investissements.

La photo 1 illustre les effets de la canicule d'août 2003 dans le Luberon, effets spectaculaires, mais qui se sont révélés réversibles, le cycle de dépérissement ayant depuis été interrompu (Cf. Photo 1).

Le ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du territoire a par ailleurs engagé depuis plusieurs décennies une politique résolue de sélection et d'amélioration des espèces forestières les plus utilisées en reboisement forestier. Il s'est notamment appuyé sur le Cemagref, l'INRA et la section Arbres forestiers du CTPS. Cette politique publique s'est traduite par l'inscription de peuplements porte-graines sélectionnés par le Cemagref (1650 peuplements couvrant 63 000 ha, pour 21 espèces), mais aussi de vergers à graines et de matériels clonaux répondant aux besoins des sylviculteurs.

Parmi les accomplissements de cette politique, figure la création de vergers à graines à base génétique large, afin de garantir une capacité d'adaptation maximale, de surcroît en contexte climatique évolutif. Les vergers à graines de l'Etat représentent ainsi un investissement à très long terme, mené sur plusieurs décennies et alliant plusieurs objectifs complémentaires :

- améliorer la productivité des forêts françaises en quantité et en qualité ;

- sélectionner des géotypes d'avenir pour l'adaptation des forêts au changement climatique,

- renforcer une capacité d'adaptation assise sur de larges bases génétiques ;

- diversifier l'offre de vergers, afin de permettre aux sylviculteurs de choisir les matériels génétiques les mieux adaptés aux conditions climatiques présentes et futures de leurs forêts ;

- conserver des collections nationales ex situ qui ne sont pas présentes dans les pépinières conservatoires de l'Etat.

Cet investissement a été porté par l'Etat, car il n'intéresse pas le secteur privé : il nécessite en effet une action double, consistant à financer à la fois une recherche publique finalisée et un dispositif unique de transfert dans le domaine des Vergers à graines de l'Etat, piloté par un Comité technique de coordination, associant gestion et recherche finalisée (Cf. Photo 2).

En conclusion de ce panorama dressé depuis Marseille, la région méditerranéenne reste bien entendu la plus exposée au changement climatique, à travers l'augmentation des risques d'incendie et de sécheresse (à l'exception notable des Alpes-Maritimes et de la Corse montagnarde). Ces risques menacent en premier lieu les forêts couvrant des sols à faible réserve utile en eau.

Afin de préparer au mieux l'adaptation des forêts méditerranéennes, il importera dans un premier temps de recenser scrupuleusement toutes les données relatives aux effets du changement climatique sur ces forêts, afin d'établir des diagnostics de vulnérabilité, tout en veillant à conserver les populations les plus remarquables, in situ ou ex situ (si nécessaire). L'intérêt de ces ressources génétiques pour les générations futures sera d'autant plus grand à l'échelle européenne qu'elles constitueront des îlots de survie en limite sud des aires de répartition des espèces.

L'exposition des forêts méditerranéennes aux risques climatiques sera documentée et caractérisée de façon croissante au fil des résultats publiés par la recherche. Ces analyses permettront à l'Etat, mais aussi aux gestionnaires, de définir au plus juste les priorités de la prévention des risques et de l'adaptation au changement climatique.

Les forêts méditerranéennes constitueront à cette occasion une sorte de laboratoire des stratégies d'adaptation à mettre en œuvre au



niveau national, puisque les risques y sont plus élevés et les solutions génétiques limitées, dans la mesure où le Sud est « barré » par la mer Méditerranée et les barrières alpines et pyrénéennes sont également difficiles à franchir. L'Etat et les gestionnaires de forêts méditerranéennes sont néanmoins prêts à relever cet immense défi de l'adaptation des forêts à un changement climatique exceptionnellement rapide.

**P.B.**



**Photo 2 :**

Parmi les 300 ha de vergers à graines de l'Etat, certains apporteront peut-être dans les années à venir des solutions génétiques aux problèmes rencontrés dans certains massifs, par exemple avec des variétés californiennes de douglas ou avec des sapins méditerranéens (ci-dessous un verger à graines d'*Abies bornmulleriana*, issu de provenances turques).

## Résumé

### Les impacts du changement climatique et l'adaptation des espaces forestiers : coûts des impacts et mesures d'adaptation en métropole

Le taux de réchauffement de la température moyenne à la surface de la Terre (+ 0,74 °C au XX<sup>e</sup> siècle et + 1,1°C en France) a été, au cours des 50 dernières années, deux fois plus important que celui des cent dernières années. Le réchauffement attendu au cours du XXI<sup>e</sup> siècle devrait au minimum être compris entre + 2 et + 3 °C. A cette tendance de fond s'ajoute la survenue répétée d'événements extrêmes (tempêtes, sécheresses favorisant les incendies), susceptibles d'occasionner des sinistres forestiers considérables, entraînant des pertes de valeur économique, mais aussi un affaiblissement des fonctions écologiques de la forêt, nécessitant une intervention publique.

Afin de préparer l'adaptation de la forêt française aux conséquences du changement climatique, le ministère chargé de la forêt et du bois a demandé au FCBA, en octobre 2009, une première évaluation du coût des impacts du changement climatique dans le secteur forestier. De son côté, la Commission Européenne publiait en novembre 2008 un rapport rédigé par plusieurs instituts scientifiques sur les impacts et l'adaptation au changement climatique, ainsi qu'un livre vert de la Commission en mars 2010 et, fin 2010, un rapport de la Commission sur la forêt et le changement climatique. Ces documents ont permis d'enrichir la rédaction du volet forestier du Plan national d'adaptation au changement climatique, qui devrait être adopté au cours de l'été 2011.

La région méditerranéenne est bien entendu la plus exposée à l'augmentation des risques d'incendie et de sécheresse, menaçant en premier lieu les forêts qui couvrent des sols à faible réserve utile en eau. Des diagnostics de la vulnérabilité des forêts aux risques climatiques devront être établis, afin de définir au plus juste les priorités de la politique de prévention des risques mise en œuvre par l'Etat.

**Pierre BOUILLON**  
Chargé de mission  
Ressources génétiques forestières  
Ministère de  
l'Agriculture, de  
l'Alimentation, de la  
Pêche, de la Ruralité  
et de l'Aménagement  
du territoire  
DGPAAT/SFRC/Sous-  
Direction de la forêt  
et du bois/Bureau  
des investissements  
forestiers  
19, Avenue du Maine  
75732 Paris Cedex 15  
Mél : pierre.bouillon@  
agriculture.gouv.fr

## **Summary**

---

### **Impact of climate change and the adaptation of forest tree species: costs of the impact and adaptive measures in metropolitan France**

The rate of increase in the average temperature at ground level worldwide (+0.74°C during the 20th century, +1.1°C in France) has been twice as fast over the last 50 years as over the last 100. The warming expected in the course of the 21st century should be, at a minimum, between +2°C and +3°C. Along with this basic trend, there also repeatedly occur extreme events (storms, wildfire-friendly drought) capable of causing major damage to forests, resulting not only in economic loss but also in a loss in the ecological functions of woodlands, to the point that public authorities must intervene.

In October 2009, with the aim of preparing the adaptation of French forests to the consequences of climate change, the ministry in charge of forests and wood asked the FCBA (technological institute) for a first assessment of the costs of the impact of climate change on the forestry sector. Elsewhere, the European Commission published in November 2008 a report produced by several scientific institutes on the impact of and adaptation to climate change, as well as a green paper from the Commission itself in March 2010 and then, at the end of 2010, a report by the Commission on forests and climate change. These works have enriched the contents of the forestry section of the National Plan for Adapting to Climate Change which is to be adopted during the summer of 2011.

The Mediterranean countries are, of course, the most exposed to the risks of wildfire and drought which threaten first of all woodlands growing on soils with scarce reserves of groundwater. Diagnosing the vulnerability of forests to climate-related risks should be carried out in order to establish as carefully as possible the priorities in a policy for risk prevention implemented by the national government.

## **Riassunto**

---

### **Gli impatti del cambiamento climatico e l'adattamento degli spazi forestali : costi degli impatti e provvedimenti di adattamento in metropoli**

Il tasso di riscaldamento della temperatura media alla superficie della terra (+0,74°C nel XX° secolo e +1,1°C in Francia) è stato nel corso dei 50 ultimi anni, due volte più importante di quello dei cent'anni scorsi. Il riscaldamento atteso nel corso del XXI° secolo dovrebbe al minimo essere compreso tra +2 e +3°C. A questa tendenza di fondo si aggiunge la sopravvenienza ripetuta di eventi estremi (tempeste, siccità favorendo gli incendi), suscettibili di causare sinistri forestali considerevoli, cagionando perdite di valore economico, ma anche un indebolimento delle funzioni ecologiche della foresta, necessitando un intervento pubblico.

Per preparare l'adattamento della foresta francese alle conseguenze del cambiamento climatico, il ministero incaricato della foresta e del legno ha chiesto al FCBA in ottobre 2009 una prima valutazione del costo degli impatti del cambiamento climatico nel settore forestale. Dalla sua parte la Commissione Europea pubblicava in novembre 2008 un rapporto redatto da parecchi istituti scientifici sugli impatti e l'adattamento al cambiamento climatico, e anche un libro verde della Commissione in marzo 2010 e, fine 2010 un rapporto della commissione sulla foresta e il cambiamento climatico. Questi documenti hanno permesso di arricchire la redazione dell'elemento forestale del Piano nazionale d'adattamento al cambiamento climatico, che dovrebbe essere adottato nel corso dell'estate 2011.

La regione mediterranea è certamente la più esposta all'aumento dei rischi di incendio e di siccità, minacciando in primo posto le foreste che coprono suoli a debole riserva utile in acqua. I diagnosi della vulnerabilità delle foreste ai rischi climatici dovranno essere stabiliti, per definire esattamente le priorità della politica di prevenzione dei rischi messa in opera dallo Stato.