



L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change



Rapport au Premier ministre
et au Parlement

OBSERVATOIRE NATIONAL
SUR LES EFFETS DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE

L'**arbre**
et la **forêt**
à l'épreuve
d'un **climat**
qui **change**

Rapport au Premier ministre
et au Parlement

Publications de l'ONERC

Êtes-vous prêt ? Guide pour l'adaptation à l'attention des collectivités locales, Onerc, 2004.

Un climat à la dérive : comment s'adapter ? Rapport de l'Onerc au Premier ministre et au Parlement, La Documentation française, Paris, 2005.

Réchauffement climatique : quelles conséquences pour la France ? Onerc, 2006.

Stratégie nationale d'adaptation au changement climatique, La Documentation française, Paris, 2007.

Changements climatiques et risques sanitaires en France. Rapport de l'Onerc au Premier ministre et au Parlement, La Documentation française, Paris, 2007.

Changement climatique. Coûts des impacts et pistes d'adaptation. Rapport de l'Onerc au Premier ministre et au Parlement, La Documentation française, Paris, 2009.

Villes et adaptation au changement climatique. Rapport de l'Onerc au Premier ministre et au Parlement, La Documentation française, Paris, 2010.

L'adaptation de la France au changement climatique. Rapport de l'Onerc au Premier ministre et au Parlement, La Documentation française, Paris, 2012.

Les outre-mer face au défi du changement climatique. Rapport de l'Onerc au Premier ministre et au Parlement, La Documentation française, Paris, 2013.

« En application de la loi du 11 mars 1957 (art. 41) et du Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992, complétés par la loi du 3 janvier 1995, toute reproduction partielle ou totale à usage collectif de la présente publication est strictement interdite sans autorisation expresse de l'éditeur. Il est rappelé à cet égard que l'usage abusif et collectif de la photocopie met en danger l'équilibre économique des circuits du livre ».

© La Documentation française, Paris 2015

ISBN : 978-2-11-009766-8

Sommaire

LE MOT DU PRÉSIDENT	5
RÉSUMÉ	7
PRÉSENTATION	13
Chapitre A	
La forêt, un milieu naturel et une source de services multiples pour nos sociétés. Et demain?.....	15
Le changement climatique : une préoccupation nouvelle, mais aussi un formidable défi pour le forestier.....	17
La forêt française support de multiples biens et services	20
Changement climatique : nouveau jeu, on redistribue les cartes.....	30
Conclusion : le changement climatique, péril ou opportunité ?	32
Chapitre B	
Effets attendus du changement climatique sur l'arbre et la forêt.....	33
Comprendre et observer les évolutions de la forêt	35
Le lien étroit entre climat et répartition des végétaux.....	36
Comprendre les effets du changement climatique sur l'arbre.....	41
Comprendre les effets du changement climatique sur les écosystèmes	47
Imaginons : quels scénarios pour le ^{xxi} ^e siècle ?.....	59
Chapitre C	
La forêt protectrice face au changement climatique.....	65
Limitation des dépôts d'avalanches en forêt.....	68
Interception de blocs.....	69
Glissements de terrain.....	70
Limitation de l'érosion de surface	71
Rôle protecteur des ripisylves.....	73
Conclusion.....	74
Chapitre D	
Adaptation au changement climatique et gestion forestière	77
Forêt et climat : les leçons du passé	79

Quelles options possibles pour le gestionnaire forestier?	81
Faut-il miser sur les capacités spontanées de réaction des écosystèmes forestiers?.....	83
Faut-il intervenir modérément pour conforter l'adaptation des forêts au changement climatique?	89
Faut-il intervenir plus intensivement pour anticiper les évolutions du climat?	95
Démarche d'aide à la décision du sylviculteur	102

Chapitre E

L'arbre au service de l'adaptation des espaces agricoles : les potentialités de l'agroforesterie..... 109

Les systèmes agroforestiers : des savoir-faire anciens au service de l'agriculture de demain	111
Les bénéfices de l'agroforesterie pour l'adaptation des espaces agricoles au changement climatique.....	113
Leviers d'action pour le développement des systèmes agroforestiers.....	117

Chapitre F

Les activités du bois au cœur du changement climatique 121

La filière forêt-bois : beaucoup plus qu'une simple filière	124
Une contribution multiforme du bois à la lutte contre l'effet de serre.....	127
Les activités du bois sont essentielles pour adapter la forêt aux enjeux actuels et futurs.....	130
Le changement climatique affectera différemment la filière forêt-bois selon les échéances	131
Conclusions.....	133

Chapitre G

Une balade en forêt en 2050 135

Une balade en forêt en 2050	137
-----------------------------------	-----

BIBLIOGRAPHIE	145
----------------------------	-----

ANNEXES	159
----------------------	-----

1. Rapport d'activité de l'Observatoire	161
2. Sigles et acronymes	177
3. Contributeurs et remerciements.....	179

Le mot du président

Arbre et forêt de métropole et d'outre-mer se sont développés et transformés, au cours des siècles, en suivant les évolutions du climat. Plus largement, toutes les composantes de la biodiversité prospèrent ou régressent en fonction de conditions de nutrition et de reproduction, plus ou moins favorables. Lorsqu'une variation climatique est plus lente que la reconstitution d'un paysage ou d'un écosystème, l'évolution de la forêt s'insère dans l'histoire climatique et n'est pas perçue à l'échelle d'une vie humaine. Mais aujourd'hui l'ère industrielle fait subir au système climatique un changement très rapide, assimilable à un choc. Les humains du ^{xxi} siècle sont et seront spectateurs de l'impact qui en résulte sur la forêt, durant de nombreuses décennies.

L'*optimum holocène* (c'est-à-dire 7 000 à 9 000 ans avant notre ère) était plus chaud que le ^{xx} siècle d'environ 2 °C. Les techniques de datation permettent d'attester que la forêt méditerranéenne s'étendait alors, au nord, jusqu'au confluent de la Saône et du Rhône.

Inversement, lors du dernier maximum glaciaire, il y a environ 18 000 ans, alors que la température moyenne était inférieure de 4 à 5 °C par rapport à celle du ^{xx} siècle, des forêts boréales et des steppes boisées étaient implantées en basse vallée du Rhône.

Outre-mer, les forêts ont également évolué lentement au cours des temps historiques et préhistoriques.

Plus proche de nous, la déforestation liée à l'expansion des zones agricoles au Moyen Âge a mobilisé les populations pendant plusieurs siècles. L'usage du bois comme matériau et source d'énergie est toujours une réalité en ce début de ^{xxi} siècle, quels que soient les pays et les cultures. La filière bois représente, pour la France, une richesse dont le potentiel économique est très important.

Aujourd'hui la forêt fait face à un défi d'une ampleur considérable. En effet, comme le rappelle le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), dans son cinquième rapport d'évaluation, l'évolution du climat risque de s'effectuer à un rythme tel que l'évolution spontanée de la plupart des espèces d'arbres ne pourra accompagner le changement des conditions météorologiques moyennes.

L'expansion ou le déplacement spontané de la plupart des espèces sont très lents, compte tenu du cycle de croissance des arbres. Les forêts, souvent découpées en domaines relativement petits pour des raisons géographiques, climatiques ou historiques, seront d'autant plus vulnérables que leur aire d'expansion est réduite.

Que faire dans ce contexte ? Attendre et voir ce qu'il advient ? Ne possédons-nous pas déjà les moyens d'anticiper certaines évolutions ? N'avons-nous pas la capacité de limiter l'ampleur des changements ?

Notre responsabilité est incontestablement de passer à l'action pour assurer que les neuf à dix milliards d'humains qui peupleront la planète au milieu du ^{xxi}^e siècle vivront en harmonie avec leurs forêts. Cela sera possible seulement si nous sommes capables de nous mobiliser pour une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre. Cet effort, s'il est suffisamment ample, réussira à contenir l'évolution du climat, le stabilisant à un niveau d'équilibre acceptable pour les activités humaines et pour la biodiversité.

Au-delà de l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre – qui demeure la plus haute priorité – l'action consiste aussi à évaluer le potentiel d'adaptation de nos forêts, afin de se préparer à les gérer différemment, au moment nécessaire.

Il reste des inconnues sur l'évolution du climat; certaines sont de très grande ampleur, c'est notamment la question de l'organisation, à long terme, de nos sociétés. Nous devons aussi nous interroger sur nos comportements, sur la question de l'évolution démographique et des flux migratoires futurs.

Toutefois, nous ne pouvons pas rester passifs au regard des informations dont nous disposons. C'est pourquoi le conseil d'orientation de l'ONERC a décidé d'engager l'élaboration d'un rapport au Premier ministre et au Parlement, permettant de donner un éclairage récent et documenté sur les aspects les plus importants des impacts et de l'adaptation au changement climatique des arbres et de la forêt.

Paul Vergès

Résumé

Annoncés dans les différents rapports du GIEC, les impacts du changement climatique pourraient avoir des conséquences importantes sur la croissance, voire sur la survie, des arbres et des peuplements forestiers. Dès aujourd'hui, les forestiers doivent intégrer ces changements, car les forêts seront directement touchées. Ce formidable défi pour les forestiers est une opportunité pour mieux prendre en compte les services écosystémiques, pour guider leurs choix sylvicoles qui engagent les décennies à venir. Ces services contribuent à améliorer la résistance et la résilience des forêts face aux aléas et aux crises qu'elles traverseront.

Les écosystèmes¹ forestiers connaissent un cycle de développement et de reproduction long, pouvant varier de cinquante à deux cent cinquante ans en moyenne.

Les forestiers vont devoir agir sur plusieurs fronts pour accompagner l'adaptation des forêts, et permettre ainsi d'assurer l'existence d'un état boisé, de préserver la fourniture des biens et des services environnementaux à la société, et également de conserver leur rôle d'atténuation du changement climatique. Ce rapport annuel s'est ainsi penché sur la vulnérabilité et l'adaptation de l'arbre et des forêts en France métropolitaine. Pour les aspects de ce sujet concernant l'outre-mer, il conviendra de se rapporter aux paragraphes correspondants du rapport ONERC, *Les outre-mer face au défi du changement climatique*.

- *Effets attendus du changement climatique sur l'arbre et la forêt*

Des facteurs multiples naturels et anthropiques, tels la glaciation, les crises et les transitions, les défrichements, les révolutions technologiques, les guerres, les épidémies, les plans de gestion sylvicoles et les fluctuations du climat, affectent la croissance, la vitalité et la composition de la forêt, dont l'observateur ne perçoit qu'un état instantané dans une évolution dynamique.

Pour l'essentiel, la vie des espèces est conditionnée par le climat, qui est notamment caractérisé par l'énergie lumineuse disponible, les températures et la disponibilité en eau. Ces paramètres sont particulièrement déterminants pour les arbres, espèces immobiles et à cycle de vie long. Chaque espèce a ses exigences propres en besoins de chaleur, en tolérance au froid et face au déficit hydrique, qui définissent ce que l'on appelle sa niche climatique, ou enveloppe climatique.

Le changement climatique devrait se traduire à terme par un réarrangement progressif de leur répartition géographique. Ainsi l'augmentation des températures permet aux espèces de s'installer plus au Nord ou plus en altitude. En montagne, la levée de la contrainte liée au froid permet la progression en altitude de

1. Ensemble formé par une association ou une communauté d'êtres vivants et son environnement.

certaines espèces. L'évolution des précipitations, délicate à modéliser sous nos latitudes, constitue une des sources majeures d'incertitude pour les évolutions futures de nos forêts.

Le réchauffement climatique est également responsable de modifications importantes du cycle annuel de développement des arbres. La période d'activité des arbres a augmenté au cours des cinquante dernières années, ce qui explique en partie l'augmentation de productivité de nos forêts sur la même période. Certains modèles établissent un lien entre conditions de climat et de sol, d'une part, et phénologie, physiologie, croissance, survie et succès reproducteur des arbres, d'autre part. Ils prévoient, d'ici à la fin du siècle, des régressions massives dans les marges sud de répartition, voire au centre de l'aire, pour des scénarios de réchauffement de l'ordre de 6 °C d'ici à 2100, essentiellement en raison d'hivers trop doux ne permettant plus la levée de dormance des bourgeons, mais aussi à cause de déficits hydriques trop intenses.

Très peu d'efforts de recherche ont été consacrés jusqu'à présent à la compréhension des capacités de régénération des forêts en fonction des conditions climatiques et édaphiques², depuis la production de graines viables produites jusqu'à l'installation des semis.

Les modifications de l'atmosphère et du climat agissent de façon contradictoire sur la physiologie de l'arbre. Ainsi, l'assèchement des sols renvoie à une diminution de la productivité forestière, alors que l'augmentation de la concentration du CO₂ a des effets positifs sur la croissance. De même, le cycle de l'azote pourrait être affecté.

Malgré les incertitudes liées à la variabilité des réponses, à la complexité des interactions entre espèces et aux composantes multiples du changement climatique, une tendance à la recrudescence des insectes ravageurs et pathogènes semble se dégager et pourrait se poursuivre dans les prochaines années.

Face au changement climatique, les capacités d'adaptation des forêts (ampleur et vitesse de l'évolution, seuils de rupture) restent mal connues : elles dépendront, d'une part, du réservoir de diversité (les ressources génétiques) et, d'autre part, de l'intensité des forces évolutives. Tout cela varie selon les régions géographiques et les espèces. La politique et la gestion forestières peuvent influencer non seulement sur la diversité génétique mais aussi sur les forces évolutives.

Cependant, notre vision des impacts potentiels du changement climatique demeure encore morcelée, conditionnée par les approches mises en œuvre, par les scénarios choisis pour les projections, par les entités de l'écosystème considérées. Pour imaginer les futurs possibles dans une démarche globale de prise en compte du changement climatique et d'adaptation, des démarches intégratrices sont nécessaires.

2. Qui a rapport à la nature du sol.

● *La forêt protectrice face au changement climatique*

Les enjeux liés à une altération éventuelle de la fonction de protection des forêts sont de plusieurs ordres. La forêt intervient à des degrés très divers en limitant ou freinant le départ d'avalanches en milieu forestier, le départ et l'impact des chutes de blocs, les mouvements de terrain, l'érosion superficielle des sols, l'érosion des berges des cours d'eau, les inondations dans les zones aval, l'érosion des dunes sur le littoral.

À long terme, la migration des résineux en altitude, générée par le réchauffement, devrait être favorable à la fonction paravalanche des peuplements résineux d'altitude, à une époque où les départs d'avalanche devraient se produire plus haut en altitude.

Le développement d'une gestion raisonnée de la forêt productive face au changement climatique nécessitera un effort important de recherche et de suivi de l'environnement, ainsi qu'une mobilisation de nombreux acteurs. De façon qualitative, il s'agit également de :

- faire connaître, rendre visible. La « forêt protectrice » est un thème méconnu en dehors des catastrophes auxquelles elle est associée ;
- relire, revisiter. Il s'agit de relire le savoir ancien à la lumière des menaces actuelles ;
- fluidifier. Comme dans d'autres domaines, mutualisation des données ;
- étendre. Les évaluations de la vulnérabilité doivent être non seulement améliorées mais aussi systématiquement étendues au-delà des zones traditionnellement concernées ;
- et finalement, rapprocher la « forêt protectrice » de la « forêt menacée ».

● *Adaptation au changement climatique et gestion forestière*

Face à un changement général de climat, les êtres vivants ont habituellement deux solutions pour ne pas disparaître : s'adapter ou s'échapper.

L'évolution actuelle du climat, largement d'origine humaine, est cette fois bien plus rapide que le réchauffement observé à la fin de la période glaciaire. Ainsi le déplacement vers le nord des enveloppes bioclimatiques³ potentielles devrait être de l'ordre de 500 km en un siècle, alors que la vitesse de migration naturelle des espèces forestières ne dépasse pas 50 km par siècle, comme l'attestent les études récentes des palynologues et des généticiens des populations.

Il est donc très difficile d'anticiper la réaction naturelle de la forêt face aux évolutions climatiques.

La grande difficulté est qu'il ne s'agit pas seulement de protéger la forêt contre des aléas ponctuels : il faut anticiper une modification progressive des conditions du milieu, parfois avec des à-coups, qui instaure un état de déséquilibre

3. Unité géographique dans laquelle les conditions climatiques influençant la répartition des espèces sont homogènes.

permanent des écosystèmes sans possibilité de retour en arrière. Les possibilités d'adaptation de la gestion dépendent de multiples facteurs, souvent en interaction les uns avec les autres.

Un certain nombre de préconisations partent du principe que les capacités d'adaptation spontanée de la forêt ne seront pas suffisantes, et qu'il faut intervenir pour augmenter la résistance ou la résilience des forêts, sans pour autant entrer dans une logique d'intensification de la gestion forestière.

Il serait donc présomptueux – et au final dangereux – de vouloir proposer des recettes universelles clefs en main, dont les promoteurs seraient bien incapables d'assurer la garantie. Malgré tout, cette complexité ne doit pas démotiver, le pire serait de ne rien faire dans une situation où l'on sait qu'il va se produire des changements, qu'on a d'ailleurs déjà commencé à percevoir.

De plus, une autre erreur serait de n'orienter son action qu'en fonction du changement climatique, alors que bien d'autres paramètres influent sur la gestion forestière, souvent à plus court terme, notamment dans les domaines socio-économiques : débouchés des produits en évolution rapide, importance croissante des services écosystémiques et de la demande sociale.

Ce rapport propose une démarche cohérente d'aide à la décision en trois étapes⁴ : diagnostic (connaître et comprendre), définition des objectifs de gestion (décider), choix des itinéraires techniques de gestion⁵ (agir). Le sylviculteur doit s'approprier cette démarche en l'adaptant à son cas particulier.

La démarche présentée ci-dessus se situe au niveau local (forêt, parcelle). Elle s'inscrit bien évidemment dans le cadre d'une stratégie nationale. D'un point de vue opérationnel, les actions des divers organismes forestiers sont harmonisées par le Réseau mixte technologique (RMT) AFORCE.

● *L'arbre au service de l'adaptation des espaces agricoles : les potentialités de l'agroforesterie*

Si l'arbre forestier constitue une richesse multifonctionnelle importante pour la France, l'arbre agricole est l'autre arbre de nos paysages. Les systèmes agroforestiers sont des systèmes de production mixtes qui désignent toutes les formes d'associations de l'arbre avec l'élevage ou la culture, comme les bocages de l'Ouest, les oliveraies associées au maraîchage du Sud-Est, les prés-vergers normands, les noyeraies avec céréales de l'Isère. Aujourd'hui, l'agriculture redécouvre lentement ses grandes performances. Ainsi, sacrifié au profit de l'intensification et de la spécialisation, l'arbre agricole retrouve peu à peu sa place dès que l'on s'intéresse à sa multifonctionnalité.

4. Riou-Nivert et Rosa, 2014

5. Définition des interventions sylvicoles successives (coupes et travaux) à réaliser pour atteindre un objectif fixé dans un contexte donné.

Le développement des systèmes agroforestiers passe par une stratégie de long terme intégrant l'expérimentation, l'acquisition de références, l'accompagnement des acteurs. S'il est difficile d'écrire ce que sera l'agriculture de demain, il est en revanche plus aisé d'identifier les enjeux auxquels elle se trouve confrontée aujourd'hui et qui vont conditionner son avenir.

Les fonctionnalités de l'arbre des champs sont multiples et font l'objet d'un regain d'intérêt face aux enjeux économiques, sociaux et environnementaux. Il produit du bois, matériau et source d'énergie renouvelables. Il participe aussi à la qualité des paysages et du cadre de vie rural. Enfin, l'arbre contribue au maintien de la qualité de l'eau et au support de la biodiversité. Il possède également de sérieux atouts au service de l'adaptation des espaces agricoles au changement climatique, avec l'évolution des pratiques culturales. L'agriculture pourra difficilement se passer de l'arbre pour s'adapter au changement climatique.

- *Les activités du bois au cœur du changement climatique*

La filière forêt-bois constitue un secteur économique significatif et à fort potentiel de l'économie française qui rassemble des activités multiples et reliées entre elles. Elle a un rôle majeur à jouer pour permettre l'adaptation des forêts au changement climatique et l'atténuation de ce dernier. À moyen terme, la récolte de bois pourrait augmenter, à la faveur d'une productivité et de dépêrissements accrus, de mesures d'adaptation de la forêt et d'un développement des usages du bois. À long terme, elle aura à s'adapter aux contraintes imposées par le climat à la forêt au niveau des essences et de leur productivité. Elle devra aussi faire face à des contraintes supplémentaires d'exploitation forestière, avec des hivers probablement plus humides et des saisons de végétalisation allongées, ainsi qu'à des risques accrus d'incendie dans les usines de transformation du bois lors des épisodes intenses de sécheresse ou de canicule.

Au cours des dernières décennies, les questions forestières majeures ont plus souvent concerné le fonctionnement des écosystèmes, la biodiversité, le changement climatique, les tempêtes ou la gestion durable des forêts, que la filière forêt-bois.

Cependant, cette dernière conserve une position centrale et un rôle stratégique vis-à-vis de la plupart de ces thématiques, et regagne en importance dans le cadre de la transition écologique comme énergétique. Son bon fonctionnement et son dynamisme constituent un préalable à toute action forestière, et donc à toute adaptation volontariste ou passive au changement climatique, pour gérer aussi bien les tendances que les crises. La filière forêt-bois est fondamentale de plus pour permettre à la forêt de lutter contre l'effet de serre, et des relations se nouent, grâce à elle, entre adaptation au changement climatique et atténuation de celui-ci. Elle subit et subira, évidemment, les conséquences du changement climatique. Mais le fait majeur est bien que les activités du bois jouent un rôle essentiel face et grâce au changement climatique. Il faut pour cela qu'elles parviennent à surmonter les périodes difficiles et à rester souples, actives et diversifiées pour pouvoir jouer leur rôle pleinement lorsque le besoin s'en fera vraiment

sentir. Il faut aussi que les activités du bois s'associent et soient associées aux réflexions sur l'adaptation des forêts au changement climatique.

- *Une balade en forêt en 2050*

Enfin, sous la forme d'un récit romancé, un exercice de prospective est proposé. Pour avoir une idée précise du paysage forestier en 2050, il suffit de s'y promener. Avec l'appui de scientifiques, cette nouvelle propose de se projeter dans l'avenir en forêt de Tronçais, célèbre chênaie domaniale de 10 600 hectares située dans l'Allier, au nord du Massif central. Sans certitude, avec beaucoup de présomptions à l'aune de nos connaissances actuelles, cette description se veut aussi plausible que possible, dans un monde devenu écocitoyen.

Alors que les écosystèmes forestiers connaissent un cycle de développement et de reproduction long (entre cinquante et deux cent cinquante ans en moyenne), le changement climatique, décrit dans les rapports du GIEC, impose des pressions fortes et brusques qui équivalent à un choc, et peuvent menacer leur survie. Ainsi l'aire de répartition favorable à telle ou telle espèce se retrouve déplacée vers le nord ou en altitude.

Au-delà du diagnostic, de nombreux défis liés au climat sont à relever, aujourd'hui, pour préserver la forêt française métropolitaine de demain. Les acteurs de ces écosystèmes vont devoir agir en coordination sur plusieurs fronts pour accompagner l'adaptation des forêts et assurer l'existence d'un état boisé, préserver la fourniture des biens et services environnementaux à la société et, également, conserver leur rôle d'atténuation du changement climatique. En effet, si des arbres et des forêts en bonne santé et en croissance permettent de fixer du carbone et donc de réduire les émissions de gaz à effet de serre, tel n'est pas le cas lorsque les végétaux dépérissent ou subissent des incendies.

Un récit d'anticipation se déroulant en forêt de Tronçais en 2050 propose enfin un point de vue original sur ces aspects, dans un monde devenu écociroyen. Cet exercice de prospective illustre dans un futur proche le résultat des décisions prises aujourd'hui.

À la lumière des derniers développements scientifiques, le présent rapport éclaire les différents aspects des impacts du changement climatique pour l'arbre et la forêt, en s'attachant à identifier des pistes d'action d'adaptation, lorsqu'elles paraissent pertinentes et suffisamment robustes. Les forestiers et les agroforestiers rencontrent, aujourd'hui, l'opportunité inédite de développer des actions anticipatives en s'appuyant sur les projections climatiques pour modeler un paysage résilient au climat de demain.



Diffusion
**Direction de l'information
légale et administrative**
La documentation Française
Tél. : 01 40 15 70 10
www.ladocumentationfrancaise.fr

Prix : 15 €
ISBN : 978-2-11-009766-8
DF : 5HC37640
Imprimé en France

