

N. 1620

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
INSTITUT D'HISTOIRE MODERNE ET CONTEMPORAINE

Textes réunis et présentés  
par Andrée CORVOL

Agroparistech ENGREF  
13 JAN. 2016  
Bibliothèque de Nancy

11

# CHANGEMENT CLIMATIQUE ET MODIFICATION FORESTIERE



AGROPARISTECH  
NANCY  
Bibliothèque

Cahier d'Études n° 22 – 2012  
Forêt, Environnement et Société  
XVI<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècle

Avec le concours  
de l'Office National des Forêts  
et du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche,  
de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire

AGROPARISTECH BIBLIOTHEQUE NANCY  
  
3 3004 00085890 5

Illustration de couverture :  
Silhouettes forestières au Gazon du Faing sur les crêtes vosgiennes. Cliché Xavier Rochel

N° ISBN : 2-908874-11-3

J. Guillard

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
INSTITUT D'HISTOIRE MODERNE ET CONTEMPORAINE

7

Textes réunis et présentés  
par Andrée CORVOL

# CHANGEMENT CLIMATIQUE ET MODIFICATION FORESTIERE

ÉCOLE NATIONALE DU GÉNIE RURAL  
DES EAUX ET DES FORÊTS  
*Bibliothèque*  
NANCY

Cahier d'Études n°22 – 2012  
Forêt, Environnement et Société  
XVI<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècle

Avec le concours  
de l'Office National des Forêts  
et du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche

1-10-19

1. The first part of the report is a general introduction to the subject of the study.

2. The second part of the report is a detailed description of the methods used in the study.

3. The third part of the report is a discussion of the results of the study and their implications.

4. The fourth part of the report is a conclusion and a list of references.

5. The fifth part of the report is a list of appendices.

## PRÉFACE

par Andrée CORVOL\*

*Sur 12 000 ans, c'est-à-dire depuis la dernière grande glaciation, les températures sont demeurées stables, les différences n'excédant pas un à deux degrés. Cependant, il existe des fluctuations locales atteignant jusqu'à dix degrés en un siècle et des variations globales sensibles. Affectant les récoltes, elles expliquent que les historiens opposent le « beau Moyen Age » (Xe-XIIIe siècle) à cette période terrible qui caractérisa la fin du XIVe et le début du XVe siècle, terrible car elle associa la guerre à la peste, et la douceur des règnes de Louis XII et de François Ier au petit âge glaciaire qui accompagna la seconde moitié du XVIe et la totalité du XVIIe siècle. Ces exemples indiquent qu'il n'est pas facile de connaître le créneau – dix ans, cent ans ou mille ans – afin d'arrêter une décision. A partir des années 1970, les interrogations ont porté sur la durabilité de l'augmentation des gaz à effet de serre. Le seul point certain, c'est la part qui tient l'action de l'homme en raison d'une industrialisation grandissante. Le phénomène est lié à l'essor économique de la Grande-Bretagne au XVIIe siècle, au XVIIIe siècle en Allemagne et au XIXe siècle dans l'ensemble de l'Europe. Les émissions des usines et des voitures laissent prévoir un réchauffement de 4 à 5°, d'où les prévisions alarmistes des écologistes qu'ont illustré les films d'Al Gore et de Nicolas Hulot.*

*Au-delà du catastrophisme ambiant, catastrophisme qui postule l'incapacité des hommes à s'adapter à la situation qu'ils ont eux-mêmes engendrée, trois données sont acquises. Le réchauffement planétaire s'élève à 0,6° depuis les années 1860, période pour laquelle il existe des mesures à l'échelle du globe. Ce réchauffement s'est accentué dans la dernière décennie : les neuf années les plus chaudes du siècle s'inscrivent dans la décennie 1995-2004. Enfin, ce réchauffement s'exprime par une augmentation de 0,9° des températures minimales dans le Nord et l'Ouest de la France et des températures maximales dans le Midi. Ces phénomènes ne sont pas sans conséquences pour la végétation : selon les espèces, la phénologie montre que les bourgeons se réveillent et que les feuilles se déploient avec cinq à huit jours d'avance. C'est dû à l'allongement de la saison de végétation sans gel. Cela devrait profiter aux espèces sensibles au gel comme l'eucalyptus : sa culture en taillis énergétique dans le Sud-Ouest mériterait d'être encouragée. C'est également dû à l'allongement de la saison de végétation en soi. Celle-ci a gagné dix jours entre 1962 et 1991. Cela devrait profiter à certaines espèces car, en poussant plus vite, elles peuvent être coupées plus tôt, d'où une amélioration de leur productivité.*

*Pendant deux questions restent débattues et le seront au cours de cette journée d'Etudes, la dernière d'un cycle de trois ans consacré aux difficultés*

---

\* Directeur de recherches, CNRS. Présidente du Groupe d'Histoire des Forêts Françaises.

*sylvicoles. Dans quelle mesure assistera-t-on à une remontée en latitude – qu'en sera-t-il du chêne pédonculé quand baisse le niveau des nappes phréatiques ? – ; ainsi qu'à une remontée en altitude des zones forestières - qu'en sera-t-il du hêtre montagnard sur les adrets des séries RTM ? Il est tout à fait possible qu'à plus ou moins long terme il soit nécessaire de revoir les essences de plantation. Dans quelle mesure, donc, ne faut-il pas corriger les sélections opérées en matière de boisement, qu'il s'agisse de transformer des friches ou de rétablir un peuplement renversé par la tempête ? ; dans le cas de mélange aussi car le rideau d'abri risque de ne pas survivre aux changements en cours ? La réponse n'est pas facile. Elle dépend des objectifs poursuivis et ceux-ci ne sont pas semblables pour un gestionnaire public ou un propriétaire privé. Sans compter qu'il ne sert à rien de planter du sapin de Céphalonie ou du cèdre du Liban, essences qui résistent bien à la sécheresse et à l'incendie, s'il n'existe aucune entreprise de première transformation capable de les valoriser ! Les exotiques que les écologistes ont dénoncés et les citoyens vilipendés, méritent ainsi d'être reconsidérés quand ils apportent des réponses satisfaisantes aux problèmes économiques et environnementaux. Et cela d'autant plus qu'il en est qui furent présents dans nos régions jusqu'à ce qu'une glaciation ne les en expulse...*

**PREMIÈRE PARTIE**

**PREVOIR L'AVENIR FORESTIER**



## LA GESTION DU RISQUE DANS LES DECISIONS D'AMENAGEMENT FORESTIER

par Christian BARTHOD \*

Avertissement : la présente communication ne prétend pas faire œuvre systématique et scientifique. Elle est la réaction personnelle d'un ingénieur forestier qui ressent confusément, à la lumière de son expérience professionnelle des vingt dernières années, le caractère insatisfaisant de la manière dont le débat forestier français sur l'adaptation au changement climatique se déroule, tout en saluant l'énergie et le courage de ceux qui s'y impliquent. Il s'agit donc d'ouvrir des pistes, sans prétendre être objectif et rigoureux, en insistant sur ce que je ressens comme silences ou impasses où comme théories stimulantes, même peu aisées à mettre en application.

La foresterie revendique un savoir-faire séculaire pour gérer le long terme et, à ce titre, des certitudes solides, mais en nombre limité. Celles-ci reposent sur une longue expérience et, depuis cent cinquante ans, sur une approche scientifique. Du point de vue de la production biologique, c'est loin d'être faux, même s'il faut reconnaître que ce savoir faire a privilégié la production de bois et de gibier et des éléments comme les sols ou la biodiversité, ... Mais il ne faut pas oublier que la foresterie, si elle a développé ses principes et ses règles, n'a jamais effacé l'incertitude relative aux grands événements climatiques, à la mise en marché et à la transformation des bois.

A un niveau supérieur, sans que cela ait paralysé les décideurs forestiers, personne n'imagine faire disparaître l'incertitude découlant de l'effet propre et combiné des différents « déterminants<sup>1</sup> » qui interagissent avec les décisions que doit arrêter le gestionnaire, comme actuellement les politiques et le droit communautaires, l'argent public (fiscalité et subventions notamment) disponible pour une politique forestière, les forces respectives du pouvoir national et des pouvoirs locaux, l'évolution du marché mondial du bois, de ses produits dérivés et de ses produits concurrents, le contexte énergétique international, l'acceptabilité sociale des orientations stratégiques et techniques des politiques forestières mises en œuvre... Sans réduire ces « déterminants » et ces incertitudes, le changement climatique introduit une incertitude supplémentaire. N'est-ce pas la goutte d'eau qui fait déborder le vase, ne laissant place qu'au découragement et aux stratégies individuelles ? Ou bien existe-t-il aussi dans le savoir forestier une ou plusieurs

---

\* Ingénieur général des Ponts, des Eaux et des Forêts, Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement CGEDD, Tour Pascal B, 92055 La Défense Cedex. Courriel : christian.barthod@developpement-durable.gouv.fr

<sup>1</sup> Traduction sans doute un peu réductrice du concept anglo-saxon de « driver ».

manières de gérer cette nouvelle incertitude ? Pour les forestiers, plus encore que pour d'autres acteurs, il semble vital de faire du durable dans un monde incertain.

## I - CHANGEMENT CLIMATIQUE : LE CONSTATE, LE PROBABLE ET L'INCERTAIN

L'expertise entreprise par le GIP ECOFOR constate que la température moyenne a progressé d'un degré en moyenne depuis 1900. En général, les précipitations sont en hausse, malgré une baisse non significative au Sud. Les étés connaissent une plus grande sécheresse, avec d'importantes variations. En Europe, la saison de végétation s'est allongée de dix à quinze jours depuis les années 1960. De multiples observations révèlent la migration des espèces animales et végétales vers le Nord ou en altitude, même s'il reste difficile de l'attribuer au seul changement climatique. L'augmentation de la productivité ligneuse est bien établie, certainement due aux interactions entre plusieurs facteurs, mais il existe aussi des signes préoccupants de dépérissements. Globalement, il est constaté une résilience et une résistance inattendues.

Le « probable » est clairement montré dans le rapport de Bernard ROMAN-AMAT de décembre 2007, avec les fourchettes d'incertitude propres aux modèles climatiques référence. Nonobstant de fortes variations interannuelles et interrégionales, il est probable que l'augmentation de la température moyenne annuelle atteindra 2 à 3,5°C, avec des vagues de chaleur estivales plus fréquentes, plus durables et plus intenses, et une baisse des précipitations annuelles de 0 à 10%, les précipitations intenses en hiver étant la contrepartie des sécheresses plus longues en été. Ceci produirait un effet comparable à un glissement des climats vers le Nord (de 400 à 700 km, selon les hypothèses) et une remontée de ceux-ci en altitude (de 300 à 600 m, selon les hypothèses). Sur quasiment l'ensemble du territoire métropolitain, cela se traduirait par une nette dégradation du bilan hydrique. La vitesse de migration imposée aux espèces (calculée) serait supérieure à celle qui a été mesurée lors de la dernière reconquête post glaciaire. L'augmentation de la fréquence des tempêtes pourrait être plus marquée au Nord qu'au Sud.

Mais le domaine des incertitudes reste vaste. Les modèles climatiques, comme tout modèle, dépendent à la fois des hypothèses et mécanismes privilégiés pour leur construction et de la qualité des données qui les alimentent (deux limites souvent interdépendantes). Malgré la fascination qu'ils suscitent, ils ne décrivent pas une réalité, mais dessinent une « représentation » cohérente avec les hypothèses retenues et les données disponibles, avec des marges d'erreur propres à chaque modèle. Ils ne sont pas forcément convergents sur tous les points et il faut parfois choisir le ou les modèles sur lesquels travailler<sup>2</sup>, avec les limites inhérentes à

<sup>2</sup> C'est cette contrainte qui a conduit l'USFS à choisir, au début des années 2000, de travailler à partir de deux modèles climatiques (canadien et anglais) pour mener des approches « macro » au niveau des grandes cartes de végétation forestière, mais aussi à devoir choisir des modèles écophysiologicals qui lui permettent de prendre en compte les interférences en forêt entre le climat, les dépôts polluants et les organismes ravageurs (insectes et champignons)

ce choix. Les différents modèles climatiques, bien qu'extrêmement complexes, ne semblent d'ailleurs pas à même d'intégrer tous les phénomènes en jeu, ni même d'indiquer d'ici peu la précision géographique dont les décideurs locaux ou régionaux ont besoin. Comme le rappelle Jean-Luc PEYRON, directeur du GIP ECOFOR, entre autres incertitudes persistantes, il demeure difficile d'explicitier les conséquences des modèles sur l'eau et la végétation, l'effet des mesures d'adaptation qui seraient mises en œuvre, et les interférences entre atténuation et adaptation. Les modèles actuels laissent entrevoir des modifications importantes des aires de répartition des espèces ligneuses, mais avec des incertitudes quant aux nouvelles aires et à la réponse de systèmes complexes, et tout autant, sinon plus des incertitudes sur les aires de répartition des habitats naturels. L'évolution de la productivité ligneuse est également incertaine. D'une façon générale, hormis pour quelques espèces, les connaissances relatives à l'impact des changements climatiques sur la biodiversité sont encore largement orphelines.

Dans ce paysage qui se dessine confusément les forestiers s'interrogent sur l'adaptation des forêts et des pratiques sylvicoles. Le GIEC définit l'adaptation comme l'ajustement des systèmes naturels ou humains en réaction aux stimuli climatiques (actuels ou attendus) ou à leurs effets, réduisant les dommages ou exploitant les opportunités.

## II - CHANGEMENT CLIMATIQUE : LA GESTION DURABLE ET L'INCERTITUDE

Le débat sur les changements climatiques et leurs impacts sur les forêts, en termes de crises (chablis, sécheresse, ...) et de processus d'adaptation des écosystèmes, est de nature à fragiliser les fondements de la compréhension partagée de la durabilité biologique. En effet les questions qu'il porte bousculent les compromis obtenus au cours des quinze dernières années, en introduisant un fort degré d'incertitude. Cette situation conduit, comme le souligne Bernard ROMAN-AMAT<sup>3</sup>, à l'émergence d'un clivage entre volontaristes « anticipateurs » et volontaires « attentistes », dans un contexte où le discours scientifique ne répond pas à toutes les questions que se posent les acteurs. En face de ces doutes, il existe des stratégies qui diffèrent selon les objectifs poursuivis par le décideur, mais aussi en fonction de sa compréhension du système forestier.

Implicitement, la gestion durable intègre une nouvelle vision du temps long, liée à la prise de conscience dans les années 1980 de l'existence des changements globaux, et des pas de temps raccourcis aux ordres de grandeur des cycles forestiers, alors que l'environnement externe était considéré jusque-là comme intangible<sup>4</sup>. La durabilité suppose donc de s'adapter à un contexte changeant au plan économique, politique, social, écologique et psychologique. Elle suppose aussi une

<sup>3</sup> Forestier, directeur du centre de Nancy d'AgroParisTech et auteur en 2007 d'un rapport au ministre chargé de la forêt et au ministre chargé de l'environnement, intitulé « Préparer les forêts françaises au changement climatique », 123 pages.

<sup>4</sup> Selon une formule de Michel BADRÉ, forestier et président de l'Autorité environnementale.

capacité permanente de changement, mais il peut être erratique et conduire au pire s'il n'est pas évalué a priori et a posteriori selon une grille d'analyse stable, selon une « vision partagée » dont la pertinence est durable.

Mais, face à cette incertitude qui complique tout, il faut aussi garder en mémoire que des problèmes actuels pourraient constituer des atouts d'ici peu. Ainsi Paul HIRT, universitaire historien de l'USFS<sup>5</sup>, s'étonnait-il en 2005<sup>6</sup> de la manière dont les forestiers européens vivaient mal l'écart entre production et récolte, écart qu'il considérait comme un tampon indispensable à tout système biologique durable. Il rappelait que la crise de la chouette tachetée a dégénéré parce que l'USFS travaillait à 95% de la production biologique et ne cessait de raffiner par ses modèles informatiques ses projets de récolte, rendant le système incapable de gérer une crise sans entraîner avec lui tous les éléments qui vivaient en symbiose. Il estimait qu'avec la crise biologique majeure que devraient vivre les forêts tempérées du fait des changements climatiques, les Européens disposent d'un atout dont ils ne se rendent pas compte. Ceci mérite réflexion, au moins sous l'angle du risque qu'une crise forestière devienne une crise industrielle, sans laisser au système le temps de s'adapter.

Dans un autre registre, qui rappelle également qu'il existe des approches différentes sur les opportunités offertes par le changement climatique, l'historien du climat Emmanuel LE ROY LADURIE<sup>7</sup>, convaincu par la démonstration du GIEC sur les dangers du réchauffement pour l'humanité au XXI<sup>e</sup> siècle, termine son article en jugeant autrement la décennie des années 1990, la plus chaude du siècle : « c'était vraiment l'optimum, certes momentané », d'où l'expression « délicieuse décennie 1990 ». Cette perception, sous l'angle des moyennes et des tendances, minore les crises (tempêtes et sécheresses) et le fait que les tendances en aggravent le risque. Mais elle montre la variabilité du regard sur les évolutions selon les facteurs privilégiés.

Comme le dit Marie-Josèphe CARRIEU-COSTA (in *Responsabilité & Environnement*, n°57, « Faire face à l'incertitude », 2009), ce sont finalement les peurs, les doutes, les craintes, le sentiment d'impuissance et de menace qui relient deux mondes a priori antithétiques : celui de la connaissance et celui de l'incertain. L'incertitude nous confronte d'une part aux débats sur la science et aux tentations de l'activisme, quand le faire envahit toute réflexion, masque l'angoisse de ne pas avoir de solution adaptée et multiplie les réponses de colmatage.

---

<sup>5</sup> USFS : service forestier américain.

<sup>6</sup> Communication personnelle lors du colloque franco-américain de juillet 2005 (Grey Towers, Pennsylvanie, USA) sur les 100 ans de l'US Forest Service fondé par Gifford PINCHOT.

<sup>7</sup> Considérations sur le climat, revue *Commentaire*, n°126, 2009.

C'est vrai, mais l'incertitude peut aussi être vécue comme la possibilité de voir émerger des événements positifs, en faisant intellectuellement une petite place pour la sérénité<sup>8</sup>.

Comme le disent certains experts du risque (cf. Responsabilité & Environnement, n°57, « Faire face à l'incertitude », 2009), en matière de gestion du risque, l'incertitude vient de ce qu'on s'intéresse à l'avenir et qu'on cherche à la mesurer bien que le risque ne soit pas évaluable, en l'absence de statistiques fiables. L'incertitude prend en effet un sens différent selon qu'elle évoque les risques, les doutes, les savoirs, les croyances, les échelles. Il y a une dimension psychologique forte dans la manière dont le changement climatique est abordé, par les forestiers comme par tout autre acteur. Il convient d'avoir conscience des pré-supposés dans nos approches, et d'éviter les décisions reposant sur des idées périmées.

### III - LES FORESTIERS FACE A DEUX MODELES DE GESTION DU RISQUE

Le risque est généralement défini, pour un enjeu donné, comme la conjonction d'un aléa extérieur à cet enjeu avec une vulnérabilité propre à cet enjeu. En termes de production biologique, pour réduire le risque, à défaut de l'aléa, il existe deux grands modèles. Soit retenir un petit nombre d'options qui semblent statistiquement minimiser la vulnérabilité, car « adaptées » aux conditions pressenties et redoutées, Soit répartir les risques en exploitant au maximum les hétérogénéités de milieu, de végétation et d'intervention humaine.

La seconde option a plutôt caractérisé les sociétés traditionnelles qui ne cherchaient pas à optimiser les capacités productives, mais visaient à se protéger des conséquences d'événements extrêmes, dans une approche de type « isolationniste », en jouant notamment sur la diversité et l'hétérogénéité des parcelles de production. La première option caractérise davantage les sociétés qui peuvent miser sur le marché et sur la mobilité des produits pour remédier aux pénuries découlant d'un échec dans leur pari. Le monde agricole a évolué depuis la révolution industrielle en choisissant massivement la première option, choix permis par les sciences agronomiques qui lui ont donné les moyens de réussir ce pari dans une société de type « libre-échangiste » à des échelles géographiques grandissantes (Etat, Europe, monde). Pour des raisons de facilité, la première option sera appelée « modèle de type A » et la seconde, « modèle de type B ».

Le secteur forestier, en important et en adaptant une partie de l'approche agronomique, essentiellement à partir des années 1960, a basculé du modèle de type B vers un ou plusieurs modèles de type A. Ce basculement fut progressif, compte tenu de la longueur des cycles forestiers, mais partiel, compte tenu de la diversité du cahier des charges des propriétaires et des gestionnaires.

---

<sup>8</sup> Caractère d'une découverte inattendue, non anticipée mais potentiellement féconde dans d'autres domaines survenue au cours d'une recherche (Cf la découverte de la pénicilline par Flemming).

Néanmoins le développement rapide des plantations forestières, vecteur principal du modèle agronomique, a changé les forêts, mais aussi le regard de nombreux sylviculteurs, sur des millions d'hectares, bien qu'ils ne soient pas tous issus de plantations. Le modèle de développement porté par les institutions forestières était en effet assez homogène. C'est depuis peu, avec le débat contradictoire porté par les tenants d'une sylviculture réputée « plus proche de la nature », mais aussi avec la nécessité de trouver des solutions techniques qui prennent en compte le coût élevé des investissements initiaux du modèle agronomique et les problèmes de rémunération du marché des petits bois, que la question de la « valorisation de l'existant » a réhabilité le modèle traditionnel de forte diversité des peuplements dans une même unité de gestion.

Le changement climatique invite à faire évoluer le modèle agronomique que les institutions du secteur forestier estimaient être à même de remédier aux faiblesses des relations économiques entre producteurs et transformateurs de bois. Comme dans le secteur agricole, c'était revenir aux « fondamentaux » de la science agronomique. Concernant le besoin d'évoluer, on constate la prise en charge de ces questions par les institutions forestières, qu'il s'agisse des questions que posent le bilan hydrique, l'autécologie des essences, les tempêtes, les ressources génétiques, les modes de conduite des peuplements et la productivité physique et économique, en rapport avec les modèles climatiques discutés au niveau du GIEC.

Il faut pourtant réfléchir à la place du message dominant, voire unique, de raccourcissement des révolutions<sup>9</sup> et de dynamisation de la gestion<sup>10</sup>, qui a cours dans toutes les institutions forestières ou presque et semble traduire la forte prégnance du modèle agronomique. En écoutant un discours qui conforte une école de pensée présente dans les débats forestiers depuis les années 1960, j'éprouve la même réaction de méfiance qu'en 2000, après les grands chablis de décembre 1999. En effet à cette occasion, tous les débats anciens sur feuillus et résineux, futaie régulière et futaie irrégulière, monoculture et diversité biologique, écologie et économie, refirent surface, avec des analyses d'autant plus péremptoires que personne ne disposait d'éléments statistiquement fiables pour étayer l'une ou l'autre thèse. Comme souvent aujourd'hui dans le débat sur l'adaptation au changement climatique, on remarquait sans grande surprise, que les conclusions divergentes

---

<sup>9</sup> Je ne parle pas du raccourcissement des rotations, qui a priori ne peut qu'être un atout pour la réactivité du sylviculteur par rapport aux évolutions du peuplement, dès lors que celui-ci bénéficie à la fois d'une bonne information sur ce qui se passe à une échelle géographique plus large, et de conseils raisonnés permettant de remettre en perspective des réactions marquées par l'angoisse découlant de l'incertitude.

<sup>10</sup> Dynamisation qui est trop souvent comprise comme conduisant à réconcilier automatiquement gestion sylvicole et gestion optimale du capital financier immobilisé, ce qui donne le faux sentiment de faire d'une pierre deux coups, sans se poser la question d'autres modèles de gestion du risque.

tirées des mêmes faits, reflétaient largement les convictions antérieures de ces experts.

L'incertitude attire semble-t-il l'attention sur toutes les grilles d'analyse possibles, en privilégiant « des choses connues », « sur un sol ferme », alors même que les penseurs sur l'incertitude proposent d'étudier les problèmes sous des formes non conventionnelles.

Je suis gêné de constater que la dimension écosystémique, la biodiversité et la fonctionnalité des services apportés par la forêt font, soit passés sous silence même s'il est justifié pour partie par les difficultés que rencontrent les scientifiques travaillant dans ces disciplines à formuler des analyses et des recommandations aussi simples que ceux qui œuvrent sur les composants des modèles de type agronomique. Le discours prône le modèle de type A donne parfois le sentiment de revenir à une approche qu'on pouvait croire révolue, assimilant forêt et peuplement forestier, et escamotant, au nom de l'urgence tout ce qu'a pu apporter à la gestion forestière la réflexion sur la gestion durable.

Certes, se contenter de cette situation ne serait pas acceptable. Le changement climatique devrait pousser les gestionnaires forestiers à mieux analyser leur « donné forestier », leurs objectifs et leurs contraintes, en envisageant ce qui se passerait si l'option retenue conduisait à un échec total ou quasi total. C'est en répondant honnêtement à cette question qu'il est possible d'investir sur un itinéraire sylvicole relevant de l'option A ou de l'option B. Au niveau du terrain, une option de type B oblige à réfléchir sur la taille optimale des unités élémentaires de gestion (en gardant en mémoire les exigences économiques de la récolte de bois), et sur la manière de valoriser les hétérogénéités de stations et de peuplements pour répartir les risques, sans nécessairement chercher à maximiser les potentialités de production sous le climat actuel. Au niveau d'une politique forestière nationale et/ou régionale, il convient de se préparer à une gestion de crises techniques, mais aussi de prendre en compte la réaction des gestionnaires<sup>11</sup> après crises, avec la possibilité grandissante d'une déprise forestière en cas de découragement. Cela s'observe en Aquitaine depuis les chablis de 1999, malgré le dispositif public d'intervention, alors même que cette région était exemplaire dans le développement d'un modèle agronomique poussé dans toute sa logique.

Par ailleurs, il n'est pas sûr que l'opinion publique accepte toutes les conséquences du modèle A, même s'il est choisi par la plupart des forestiers, ce qui rendrait nouveau conflictuel l'acceptabilité sociale de la politique sylvicole et conduirait le secteur à se replier sur lui-même. Sans discréditer la recherche légitime des modèles de type A pour gérer le risque qu'induit le changement climatique, il semble important de ne pas oublier les possibilités offertes par le modèle B. Celui-ci

---

<sup>11</sup> Pour la forêt publique, il ne faut pas écarter que les conseils municipaux réagissent comme les propriétaires privés. Du reste, le modèle économique sur lequel repose l'ONF pâtirait sûrement de crises mettant à mal les récoltes qui constituent le socle de ses recettes.

nécessite probablement moins de capitaux et de main d'œuvre. En tous cas il les répartit différemment et présente l'avantage pour un gestionnaire de ne pas le confronter à l'échec total, ce qui préserve sa capacité sociale de producteur de bois et de services. Les travaux menés aujourd'hui dans une logique d'adaptation selon un modèle de type A, peuvent être conçus dans un autre esprit de répartition du risque. Du reste, le modèle de type B est globalement plus favorable en termes de conservation et de recomposition à la biodiversité. D'un point de vue social, alors même que se développe la prise de conscience quant aux services environnementaux apportés par la forêt, y compris là où la « wilderness » ne suffirait pas, il est important que la politique forestière veille à maintenir des gestionnaires forestiers actifs et nombreux.

#### **IV - COMMENT LA POLITIQUE FORESTIERE POURRAIT-ELLE GERER L'INCERTITUDE LIEE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE ?**

Sans revenir sur la nécessité du suivi des écosystèmes forestiers (cf. l'enjeu fort du département de la santé des forêts) et des recherches en la matière, la réflexion qui suit cible surtout les outils de la politique forestière. Elle part du principe que, dans le secteur forestier, à l'exception sans doute de l'ONF<sup>12</sup>, les réflexions techniques s'épuisent rapidement si elles n'intègrent pas la manière dont les propriétaires et gestionnaires forestiers les reçoivent et les intègrent dans une vision de ce qu'est leur patrimoine forestier, d'où il vient et vers quoi il doit évoluer.

En dépit d'une situation souvent tendue, la politique forestière a su prendre en compte, y compris dans sa gestion des crises, la dimension psychologique de son discours, eu égard aux spécificités des forêts, des propriétaires et des gestionnaires forestiers. En situation d'incertitude<sup>13</sup> et dans un contexte où chaque acteur ne saurait assimiler toutes les informations disponibles, il ne faut pas sous-estimer que ce discours « offre du sens » à des propriétaires qui hésitent à devenir acteurs. C'est là une lourde responsabilité. Mais l'incertitude nouvelle liée au changement climatique oblige à ne pas gérer cette dimension psychologique comme au temps où les données semblaient stables, voire éternelles. Le débat sur le changement climatique, avec toutes ses incertitudes, oblige la politique forestière à évoluer pour prendre en compte le comportement des acteurs forestiers confrontés, pour certains d'entre eux, à un possible échec de stratégie. Celui-ci ne pouvant se solder par le fait de raser et de recommencer. Cette perspective modifie beaucoup de choses.

---

<sup>12</sup> L'auteur est conscient que cette affirmation est discutable, d'autant que l'ONF recevra de plus en plus de consignes de l'Etat en termes de rémunération du capital immobilisé dans les forêts domaniales et sera de moins en moins à même de gérer de façon interne ses compromis locaux lorsque les objectifs écologiques, économiques et sociaux ne convergent pas.

<sup>13</sup> Situation qui est loin d'être entièrement nouvelle dans le secteur forestier, comme elle a été rappelée en début du présent papier.

Face à cela, l'adaptation territorialisée semble être à privilégier, ce qui n'est pas strictement réductible aux procédures forestières régionalisées actuelles, conçues surtout comme une déclinaison des options nationales. Comme le dit Martine TABEAUD (Université de Paris Panthéon Sorbonne, UMR CNRS-ENEC), l'adaptation implique chacun dans son territoire; elle s'établit en conciliant des égocentrismes multiples, sans omettre les conséquences des choix et la prégnance des contraintes découlant des tendances induites par les modèles climatiques.

La nécessité, postulée explicite ou implicite d'accroître le consensus empêche souvent toute réelle créativité. Il faut donc associer des esprits créatifs, même s'ils ne sont pas les plus compétents dans le domaine et les plus représentatifs du secteur naturaliste. Et les forestiers savent mieux que quiconque combien il est difficile d'être créatif sans se voir rappeler les impasses ou les échecs flagrants qui ont jalonné leur histoire. Il faut probablement revoir à la fois et de façon cohérente :

- Les enceintes de concertation sur l'adaptation au changement climatique : semblent a priori pertinentes, même si c'est compliqué, de se rapprocher du terrain, en s'affranchissant des circonscriptions administratives, peut-être en privilégiant dans un premier temps les 91 sylvo-éco-régions (SER<sup>14</sup>) proposées par l'IFN, sans décourager les initiatives locales qui souhaitent descendre jusqu'aux unités écologiquement cohérentes. Ce choix devrait s'accompagner d'une responsabilisation plus forte des acteurs « locaux » (ONF, élus des communes forestières, représentants des propriétaires privés, coopératives, experts, ...) sur les options à privilégier, afin d'éviter qu'un tel travail soit perçu comme « la chose de l'administration ». Une expérimentation pourrait être tentée pour vérifier sa faisabilité pratique et sa capacité d'une part à motiver, d'autre part à favoriser la créativité, tout en affinant la description du milieu ;

- L'articulation entre l'approche économique et industrielle nécessaire et les approches axées sur l'adaptation de la gestion sylvicole laisse à désirer. Cette dernière justifie de travailler au plus près du terrain, une révision stratégique de la politique forestière permettrait de considérer les enjeux industriels et d'approvisionnement au niveau des grands bassins d'approvisionnement<sup>15</sup>.

---

<sup>14</sup> Chaque sylvo-éco-région (SER) constitue « la plus vaste zone géographique à l'intérieur de laquelle les facteurs déterminant la production forestière ou la répartition des habitats forestiers varient de façon homogène entre des valeurs précises, selon une combinaison originale, différente de celles des SER adjacentes. ». L'objectif pour l'IFN a ainsi été de définir un cadre forestier de référence permettant à terme : 1) d'établir une échelle optimisée pour la réalisation des guides de reconnaissance des unités de station et de choix des essences, harmonisée et élargie à la France métropolitaine ; 2) de constituer une division géographique du territoire à fondement écologique qui puisse servir de référence nationale aux documents cadres de gestion durable forestière ; 3) de fournir un cadre bioclimatique et écologique permettant de suivre l'impact du changement climatique sur les forêts métropolitaines (cf. contrat d'objectif Etat - IFN).

<sup>15</sup> En réexaminant la pertinence de l'identification de ces grands bassins d'approvisionnement, telle que mentionnée dans l'article « La réforme des financements publics aux investissements forestiers, Revue forestière française, n°1, 2001, pp 9-28 ».

L'exemple du secteur de l'eau qui a su « instituer » des préfets et DREAL délégués de bassins, voire de sous-bassins, témoigne qu'un autre modèle est possible dans un cadre géographique plus pertinent que le cadre régional;

- Le statut des documents régionaux (ORF, SRGS, SRA et DRA), pour autant qu'ils « encadrent » la rédaction des documents de gestion, en réexaminant à la fois leur mode d'élaboration, leur conception et leur statut juridique. Ne faudrait-il pas les « remonter<sup>16</sup> » au niveau des grands bassins d'approvisionnement, en en faisant un « simple » appui-guide aux rédacteurs des documents de gestion (PSG et aménagements). Pour cela, il conviendrait de supprimer la clause de conformité, en ciblant pour ce qui concerne les orientations sylvicoles une liste de problèmes et questions, et en donnant accès à des informations synthétisées et à des sources d'information brutes. Cette option permettrait de garder le bénéfice de l'outil « document de gestion » de chaque unité de gestion ;

- La manière de travailler avec les acteurs économiques professionnels qui ont une approche territorialisée et une légitimité auprès des propriétaires forestiers (coopératives forestières et experts, notamment), donnait un nouvel élan dans deux directions : a) permettre que le relatif « éloignement » des réflexions concernant les bassins d'approvisionnements des industries soit compensé par leur présence, leur expertise et leurs conseils ; b) innover en matière de rapport des stratégies individuelles aux stratégies collectives au sein d'un territoire identifié, en promouvant une mutualisation des risques et des recettes entre propriétaires partageant certains « fondamentaux » dans leur manière de gérer le risque ;

- Le processus technique de suivi et d'évaluation indépendante des choix retenus aux niveaux national, des grands bassins et local, permettrait des réorientations suffisamment précoces au cas où des éléments nouveaux venant des scientifiques ou des gestionnaires remettraient en cause certains choix. Un tel accompagnement serait également une garantie que les discussions locales ne s'enlisent pas dans « l'insignifiance ».

Le dossier du changement climatique exacerbe les tensions et les impasses relatives à la gestion du risque dans les décisions d'aménagement forestier. Il interfère avec certains débats de fond en politique forestière. Il est assez facile d'identifier une certaine instrumentalisation (en toute bonne foi) de la part de plusieurs écoles de pensée préexistantes qui y voit un argument en leur faveur mais en mettant l'accent sur des parties seulement du questionnement et des procédures à instaurer pour identifier des paris raisonnables.

Ce qui a été dit du discours actuellement dominant de l'option agronomique, qui focalise le débat sur une gestion de risque de type A, pourrait sans

---

<sup>16</sup> Cette remontée de cette responsabilité à quelques grandes « circonscriptions » pourrait également représenter une certaine forme d'adaptation à la réduction, en cours et à venir, des effectifs et compétences techniques dans les services de l'Etat.

doute l'être du discours des défenseurs des sylvicultures proches de la nature, s'ils « gagnaient le combat des esprits » et avaient accès aux mêmes facilités institutionnelles. Mais ceci est loin d'être le cas<sup>17</sup>, et il serait donc vain de renvoyer dos à dos les différentes sensibilités. Par contre il semble nécessaire et opportun de réviser la manière dont le débat sur l'adaptation au changement climatique est géré, pour reconnaître, en parallèle ou comme une alternative, une légitimité à un modèle de gestion des risques de type B.

Cette acceptation pourrait faciliter l'examen critique des options face au changement climatique à la lumière des grilles d'analyse de la durabilité. Celle-ci repose sur quatre piliers : durabilité biologique, durabilité économique, durabilité institutionnelle et durabilité politique.

Je remercie chaleureusement Jacques ANDRIEU, Michel BADRE, Roland BURRUS, Jean-Luc PEYRON et Bernard ROMAN-AMAT qui, sans être engagés en quoi que ce soit par mes réflexions, m'ont aidé à approfondir ma grille d'analyse grâce à leurs réactions et critiques constructives.

---

<sup>17</sup> Du moins en France, car il n'est pas certain qu'au niveau de l'Union européenne, la sensibilité majoritaire en France (plus ou moins en résonance avec, semble-t-il, la Suède et la Finlande) soit dominante.

## LES INCERTITUDES SUR L'EXPERTISE CLIMATIQUE ET PROSPECTIVE FORESTIERE

*par Lucien DORIZE\**

Depuis plusieurs décennies, l'avenir du climat occupe une place privilégiée dans les préoccupations de nos contemporains. De nombreuses équipes scientifiques lui consacrent une part importante de leur énergie. Les résultats obtenus sont collectés, analysés et discutés dans le cadre d'institutions internationales réunissant principalement des personnalités politiques qui prennent les décisions nécessaires pour répondre aux anticipations présentées. Le changement climatique « prévu » et les modalités de son impact dans le domaine de l'environnement dictent aux décideurs l'élaboration de projets d'aménagement de l'espace, l'adoption de nouvelles technologies, la révision de la planification économique. Vaste programme d'échelle planétaire ! Les écologistes, directement concernés par les conséquences de ces modifications sur les milieux naturels, suivent avec intérêt ces débats en essayant de faire infléchir telle ou telle décision qui leur paraîtrait préjudiciable à la cause qu'ils défendent. C'est par le biais des médias qu'ils se font entendre et c'est par ce canal que les conclusions très nuancées des spécialistes concernant le climat futur sont colportées, souvent déformées dans le sens du catastrophisme, atout majeur pour obtenir la plus large audience possible. Voilà pour l'état des lieux. Il n'est pas commode, dans ces perspectives d'une évolution climatique mal définie, d'envisager la réponse de la végétation -de l'arbre en l'occurrence-, de prévoir les réactions propres à chaque espèce et par suite d'avoir une vision claire de l'avenir du manteau forestier sur une région donnée. Quelques pistes concernant l'avenir de la forêt en France seront envisagées.

### I - LE SYSTEME CLIMATIQUE

Avant d'analyser les résultats obtenus relatifs à la prévision du climat, il est nécessaire de considérer le système climatique afin de saisir les éléments essentiels de son fonctionnement (Figure n° 1).

---

\* Institut de géographie, Université Paris-IV Sorbonne

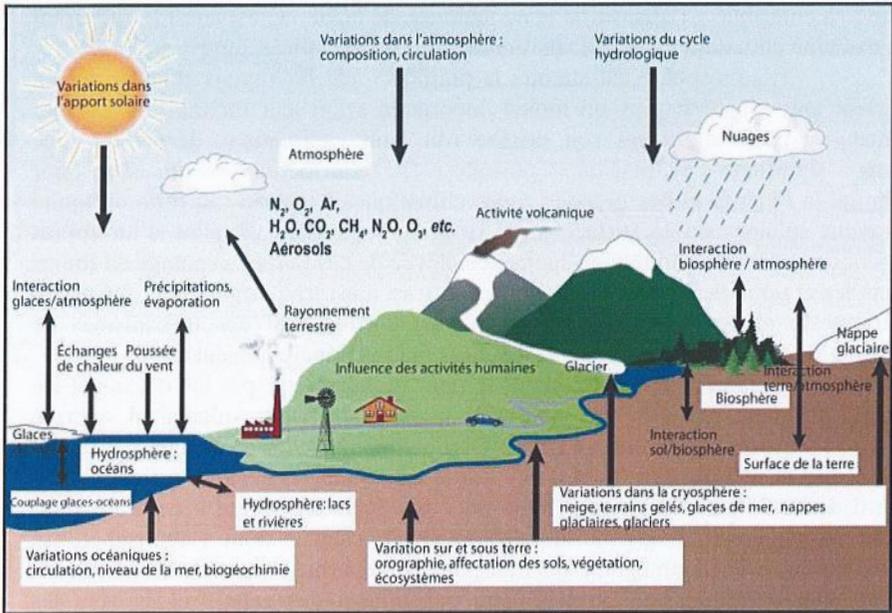


Figure n° 1 : Les interrelations au sein du système climatique (d'après C. Musy, ccsti Bourgogne)

### Les éléments du système climatique

Le climat d'un lieu (ou d'une région) se caractérise par des situations météorologiques qui se répètent habituellement au fil des saisons et qui constituent ses traits spécifiques, sa personnalité. Sur un site donné, il se définit principalement par les valeurs moyennes mensuelles de température et de pluviométrie calculées sur une période de trente années. Ce sont les normes (ou « normales » climatologiques) qui constituent la base de comparaison indispensable à une analyse de la dynamique du climat. Tout écart important à cette « ligne de conduite » ou toute tendance continue vers une dérive, s'affirme comme une anomalie ou le signal d'une évolution à long terme. A titre d'exemples, citons les séquences froides et neigeuses qui ont marqué nos trois derniers hivers, particulièrement au nord de la Loire, ou l'élévation continue de la température sur le bassin arctique depuis quelques années.

Le Soleil est la pièce maîtresse du système climatique par le biais de son rayonnement. Rappelons qu'à chaque seconde, notre étoile convertit 600 millions de tonnes d'hydrogène en 596 millions de tonnes d'hélium. Cette nucléosynthèse transforme les 4 millions de tonnes de matière manquante (« défaut de masse ») en énergie rayonnante véhiculée par les ondes électromagnétiques à travers l'espace. De cet énorme gisement, la Terre n'en intercepte qu'une infime partie en raison de sa taille modeste (estimée à  $1,4 \text{ kW m}^{-2}$  à la limite supérieure de son atmosphère). Pour modeste qu'il soit, ce flux régulier, appelé « constante

solaire », a contribué à l'apparition et au maintien de la vie. C'est aussi le carburant de la machine climatique auxquels participent les divers milieux terrestres.

L'atmosphère est atteinte la première par les rayons solaires qui en traversent une épaisseur plus ou moins importante selon leur inclinaison. Le mot « climat » y puise d'ailleurs son origine (du latin « climatis », dérivé du grec « klima » signifiant « inclinaison ») puisque c'est cette inclinaison qui dicte pour l'essentiel la répartition des grandes zones climatiques du globe : la forte obliquité des rayons solaires sur la surface terrestre prive les hautes latitudes d'un apport énergétique important, alors que l'incidence élevée de ces rayons avantage en toutes saisons les régions tropicales. La chaleur se trouve ainsi très inégalement répartie à la surface du globe et n'est que partiellement corrigée par des mécanismes de redistribution (flux atmosphériques et courants marins principalement).

L'hydrosphère est constituée pour plus de 97 % par les océans et les mers qui occupent près des trois-quarts de la surface de notre planète. L'énergie solaire est absorbée sur une tranche superficielle, mais les brassages verticaux finissent par la répartir dans la majeure partie du volume océanique estimé à 1,36 milliard de km<sup>3</sup>. La chaleur spécifique de l'eau étant supérieure à celle de l'air, l'océan mondial est un gigantesque réservoir de chaleur dont l'atmosphère se nourrit. En outre, les courants marins transportent d'énormes quantités d'eau chaude vers les hautes latitudes et, inversement, acheminent des eaux froides vers les tropiques. L'océan contribue donc à atténuer le déséquilibre thermique planétaire en restituant sa chaleur à l'atmosphère de façon différée, à des échelles temporelles très variables (diurne, saisonnière, pluriannuelle...géologique). Rappelons, à ce titre, qu'un mètre cube d'eau qui se refroidit de 1° est capable d'élever de 1° la température de 3200 m<sup>3</sup> d'air ! Ces transferts d'énergie, dans l'espace et dans le temps, font de l'océan mondial le véritable climatiseur du globe.

La lithosphère se limite, pour le sujet qui nous occupe, aux sols et aux roches en contact avec l'atmosphère, c'est-à-dire aux terres émergées dont les reliefs perturbent localement le champ thermique et l'écoulement de l'air. Selon leur nature et leurs propriétés physiques, les sols présentent des particularités radiatives, thermiques et hydriques diverses (sols « chauds », sols « froids », poreux , imperméables...).

La cryosphère (du grec kruos, froid) réunit les espaces englacés (Antarctique, Groenland, quelques îles de l'Arctique et les glaciers de montagnes), les banquises des mers polaires et les surfaces enneigées de l'hémisphère nord en hiver. C'est un milieu réfrigérant en raison de son comportement radiatif (forte réflexivité du rayonnement visible et émissivité maximale d'infrarouge).

La biosphère regroupe l'ensemble des êtres vivants. L'intérêt est porté ici sur les végétaux, principalement les forêts ombrophiles tropicales, la sylvie caducifoliée tempérée, les forêts boréales riches en conifères. Ces associations jouent un rôle fondamental dans le cycle de l'eau et l'assimilation du carbone atmosphérique à laquelle participe également le plancton marin.

L'anthroposphère (du grec *anthrôpos*, homme), mérite une considération particulière car, bien qu'intégrée à la biosphère, l'humanité s'en démarque par sa croissance démographique, son caractère ubiquiste et surtout ses capacités technologiques qui témoignent de son élan vital. L'environnement s'en est trouvé modifié, localement, quoique en définitive, l'intervention humaine a marqué tous les milieux terrestres. Aussi l'homme est-il accusé d'être le principal acteur dans l'évolution climatique actuelle.

## II - LES INTERACTIONS AU SEIN DU SYSTEME CLIMATIQUE

Chaque élément de ce système réagit en fonction de ses caractéristiques physiques et établit un réseau de relations avec les autres composants terrestres du climat. L'atmosphère et l'océan y prennent une part active, parce qu'ils sont très dynamiques en raison de leur fluidité. D'où un ensemble complexe d'influences réciproques qui font apparaître des réactions spécifiques, des temps d'échanges et des temps de réponse très variés.

### *Les réactions sélectives*

L'atmosphère laisse pénétrer le rayonnement solaire (de courte longueur d'onde), mais certains gaz (vapeur d'eau, gaz carbonique, méthane...) retiennent les rayons infrarouges qu'émet la surface terrestre, d'où un réchauffement de l'atmosphère qui rappelle le fonctionnement d'une serre horticole. Sans cette valve salutaire, la température moyenne du globe serait d'environ  $-18^{\circ}$ , ce qui rendrait la vie impossible. La température d'équilibre du système Terre - atmosphère est actuellement proche de  $14^{\circ}5$ . Mais l'augmentation continue du taux de  $\text{CO}_2$  dans l'air, consécutive à la combustion des énergies fossiles, semble exercer un « forçage » et accuser l'homme du réchauffement planétaire

### *Les échanges thermiques*

Ils se réalisent en tout point du globe et, sur près des trois-quarts de sa surface, ils prennent une importance particulière là où l'air et l'eau entrent en contact, l'océan jouant son rôle de climatiseur. Les courants marins y participent activement au long de leur trajet.

### *Les échanges énergétiques*

L'eau est présente sur la Terre dans ses trois états physiques (liquide, solide, gazeux). La transition d'un état à l'autre s'accompagne de *transferts d'énergie*. L'évaporation utilise 2500 joules par gramme d'eau évaporée, énergie prélevée sur la surface évaporante (mer, sol, feuille) qu'elle refroidit. La condensation (naissance de gouttelettes quand un nuage se forme), restitue cette *chaleur « latente »* au milieu ambiant.

### *Les échanges hydriques*

On estime l'équivalent liquide de la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère à 13 000 km<sup>3</sup>, ce qui représente une lame d'eau de 25 mm d'épaisseur répartie sur toute la surface du globe. La capacité hygrométrique de l'air augmente avec sa température de sorte qu'en zones tropicales, les océans et les forêts évaporent de grandes quantités d'eau qui reviennent sous forme de précipitations vers la surface après un cheminement atmosphérique plus ou moins long selon les caprices des courants aériens. Les précipitations continentales imbibent les sols, alimentent la végétation, nourrissent les nappes et les sources, l'excédent regagnant la mer par les fleuves. Le cycle est ainsi bouclé.

### *Les transferts cinétiques*

Une faible partie de l'énergie solaire incidente (1 %) est convertie en énergie mécanique qu'exprime l'agitation atmosphérique. Les vents entraînent à leur tour les courants marins et, sur les continents, les reliefs dévient les flux, les canalisent ou les bloquent en provoquant des ascendances, facteurs d'instabilité. Le cyclone tropical est l'exemple le plus accompli d'un transfert de chaleur en énergie cinétique. C'est une gigantesque machine thermodynamique qui puise son carburant dans les eaux chaudes où l'évaporation intense développe une forte instabilité. La chaleur latente libérée en altitude lors de la condensation alimente un tourbillon dévastateur que l'on doit considérer comme l'exutoire à un surplus d'énergie.

Au terme de ce tableau simplifié des principaux mécanismes climatiques, le climat peut être considéré comme un état transitoire, l'expression d'un équilibre interactif, remis perpétuellement en question entre les milieux terrestres et le rayonnement solaire qui les atteint et les dynamise. La prévision climatique ne peut espérer être féconde qu'en tenant compte de cette complexité.

## **III - L'EXPERTISE CONFRONTÉE A L'AVENIR DU CLIMAT**

### *Rappel historique*

L'entrée du climat dans l'Histoire est récente. Le Roy Ladurie compte parmi les pionniers (1) et quelques colloques comme celui de Rome en 1961(2) et la conférence de Genève en 1979 (3) ont réuni des scientifiques qui ont dressé un état des lieux : résultats de recherches en paléoclimatologie, études statistiques relatives à la période contemporaine, méthodes d'analyse de la dynamique du climat et perspectives concernant son avenir. La climatologie a suscité un regain d'intérêt quand les années sèches de 1970 à 1984 ont frappé l'Afrique sahélienne. Le surpâturage régional et la déforestation soudanaise ont semblé expliquer une réalité beaucoup plus complexe. Mais l'Homme, manipulateur de l'environnement, était accusé comme il le demeure à propos du réchauffement planétaire, conséquence de l'utilisation des énergies fossiles qui renforce l'effet de serre. En 1958, Keeling installa le premier capteur de CO<sub>2</sub> au sommet du Mauna Loa (Hawaï). Depuis cette date, les mesures effectuées montrent la croissance continue de la teneur en CO<sub>2</sub>

dans l'atmosphère. D'autres capteurs, répartis sur le globe, le confirment. Le pseudo synchronisme des deux courbes (réchauffement planétaire et élévation du taux de CO<sub>2</sub>) conforte la liaison des phénomènes (Figure n°2) et constitue la clef de voûte de toutes les investigations sur l'avenir du climat. Des reconstitutions par méthodes indirectes ont même permis d'étendre la série jusqu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, c'est-à-dire avant que débute l'ère industrielle.

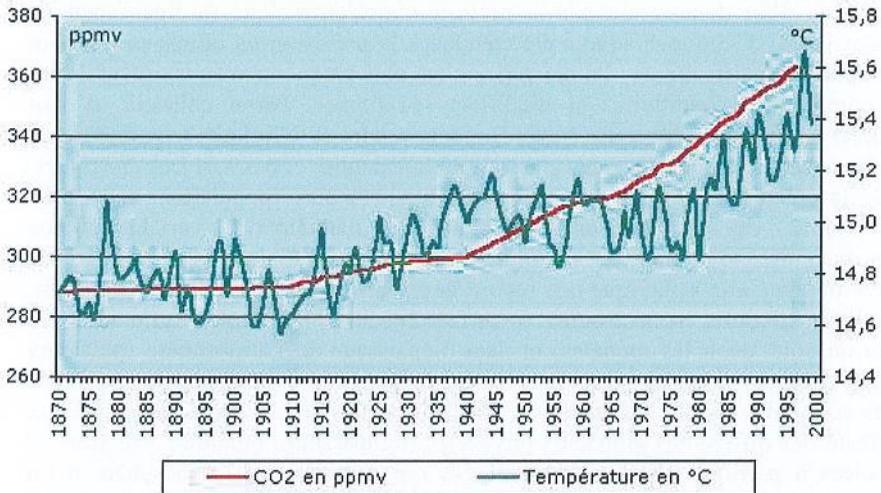


Figure n° 2 : Evolution du CO<sub>2</sub> et de la température entre 1870 et 2000

Afin de répondre aux interrogations des responsables politiques et leur permettre d'arrêter leurs décisions, un organisme officiel, le GIEC (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat) a été créé en 1988. Il siège à Genève dans les locaux de l'OMM (Organisation Météorologique Mondiale) dont il est l'émanation. Cet observatoire comprend plusieurs centaines de chercheurs (831 en 2010, dont 34 Français) appartenant à des laboratoires issus de la plupart des pays du monde. Le GIEC axe ses travaux selon trois directions : élaboration de scénarios d'évolution, rapports d'évaluation destinés aux décideurs politiques et réactualisés tous les six ans environ, rapports spéciaux et documents techniques concernant les émissions de gaz à effet de serre (GES), leur origine et leur stockage. Les impacts sur l'environnement consécutifs à l'évolution prévisible du climat ainsi que les solutions techniques préconisées pour y répondre, sont au cœur des rapports remis aux gouvernements de toutes les nations. Leurs représentants se réunissent périodiquement (Rio, Kyoto... Copenhague et, récemment, Cancun) pour prendre des résolutions fondées sur la diminution des émissions de GES. Ces « sommets de la Terre » révèlent des divergences quant aux mesures à décider parce qu'elles contrarient les intérêts économiques des grandes puissances et certaines refusent de

ratifier les résolutions prises à la majorité des états membres. Dans ces conditions, comment envisager l'avenir du climat à long terme et même à moyen terme ?

### *Méthodes de prévision*

Les modèles mathématiques permettent de résoudre des problèmes complexes impliquant un grand nombre de données grâce aux calculateurs modernes très performants. Les modèles numériques appliqués à l'atmosphère sont utilisés depuis plus d'un demi-siècle par la prévision météorologique (à l'échéance de quelques jours). Cette technique a été étendue à la prévision du climat moyennant des adaptations particulières : l'atmosphère n'est plus uniquement en cause, et il faut tenir compte des conditions qui modifient ses limites. Parmi celles-ci, il faut distinguer les facteurs physiques (rayonnements solaire et tellurique, température de la surface océanique, présence des glaciers, de la banquise et des surfaces enneigées, état de la couverture végétale...) et les facteurs humains (population, économie, technologie...), ces derniers étant les plus difficiles à anticiper. La variable retenue qui va dynamiser le système est l'évolution présumée des émissions de GES. C'est sur ce «forçage» atmosphérique que repose la prévision du climat. Pour y parvenir, un maillage du globe est nécessaire, en surface (grilles dont la taille varie de 200 à 50 km de côté selon les modèles) et dans l'épaisseur de l'atmosphère (plusieurs dizaines d'étages parfois). On conçoit le nombre impressionnant des volumes jointifs et empilés les uns sur les autres dont on a enveloppé la Terre. Chacun d'eux est affecté des différentes grandeurs physiques (température, humidité, pression...) interpolées à partir de données mesurées et qui caractérisent l'atmosphère à un moment donné. Les calculateurs incorporent tous ces paramètres et évaluent leur transformation sur un laps de temps défini. Les mouvements à l'intérieur de l'océan qui influent sur sa température de surface ont également été modélisés par des approches simplificatrices. A l'extrémité de la chaîne de traitement, des sorties cartographiques représentent les modifications du champ thermique et ses conséquences (impacts) à l'échelle régionale. La fiabilité d'un modèle peut être testée en lui injectant des données effectivement mesurées dans le passé (par exemple en 1980) et en le faisant « tourner » jusqu'au temps présent. S'il restitue la réalité, même grossièrement, c'est déjà un succès !

### *Les résultats : l'avenir du climat entrevu par les modèles*

Pour le physicien de l'atmosphère, le climat global est jugé « stable » quand le bilan énergétique de la Terre est équilibré, la température moyenne planétaire donnant la référence. Toute augmentation (« forçage ») de la teneur de l'air en GES doit se traduire par une élévation de la température. Cette approche théorique énoncée par Fourier, puis par Tyndall au XIX<sup>e</sup> siècle, a été quantifiée par le suédois Svante Arrhénius, récompensé par le prix Nobel en 1903. Il avait évalué l'ampleur du réchauffement planétaire dans l'hypothèse du doublement du taux de CO<sub>2</sub> atmosphérique, ce que les calculs actuels confirment sans tenir compte des rétroactions qui peuvent l'amplifier (dégazage du méthane suite au dégel des

tourbières arctiques). Quoi qu'il en soit, la « température d'équilibre » ainsi calculée s'applique à l'échelle globale et n'indique pas sa distribution géographique, ce que les modèles dynamiques tentent de préciser.

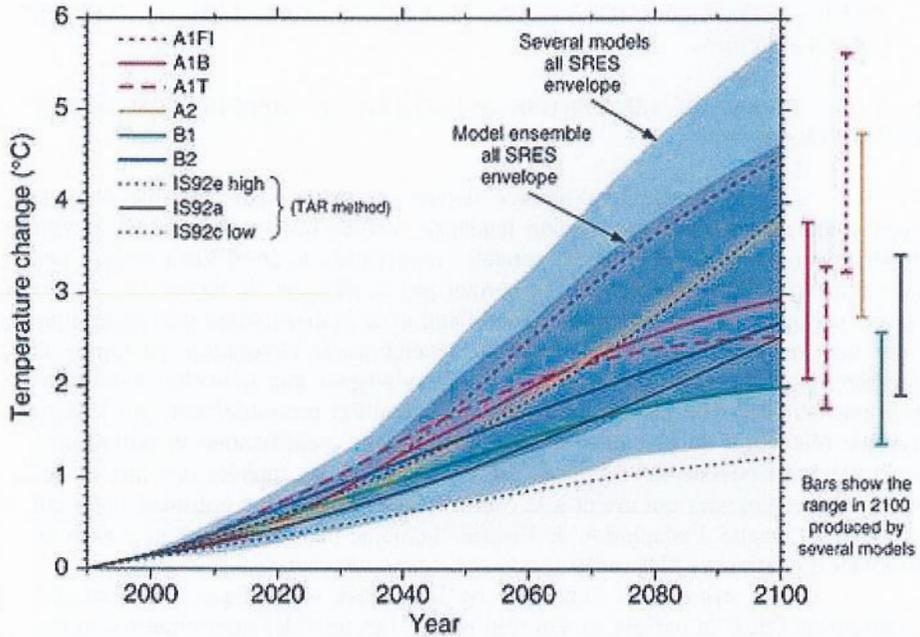


Figure n° 3 : Prévisions de l'évolution thermique d'après les scénarios du GIEC (Rapport de 2007)

Les quarante scénarios retenus par le GIEC (Figure n°3) dans son dernier rapport de 2007 s'appuient sur des hypothèses socio-économiques couvrant plusieurs décennies (horizon 2050, voire 2100). Ils se ramènent à quatre familles principales A1, A2, B1, B2 :

- A1 : La population du globe croît jusqu'en 2050 (9 milliards d'habitants) et décroît ensuite ; les croissances économiques et technologiques sont rapides et selon les sources d'énergie utilisées, trois variantes apparaissent :
  - A1F1 : Recours intensif aux énergies fossiles d'où réchauffement important.
  - A1T : Recours aux énergies « propres » d'où réchauffement faible.
  - A1B : Emploi des deux types d'énergie étant utilisés d'où réchauffement modéré.
- A2 : La population atteint 15 milliards d'h. en 2100. L'évolution économique et technologique est très hétérogène selon les nations d'où le niveau incertain de réchauffement.

- B1 : La population atteint 9 milliards d'habitants en 2050, mais la protection de l'environnement et l'arrivée de nouvelles technologies freinent le réchauffement.
- B2 : La population atteint 10 milliards d'habitants en 2100, mais les scénarios technico-économiques, très variables (voir A2), renseignent peu sur l'ampleur du réchauffement.

#### **IV - LE BILAN DE L'EXPERTISE SCIENTIFIQUE : ASPECTS POSITIFS ET CONTROVERSES**

Le réchauffement amorcé depuis un siècle mais variable dans le temps comme dans l'espace, est une tendance vérifiée qui semble ne pas devoir s'inverser à moyen terme. Tous les modèles numériques le confirment malgré une plage d'incertitude importante qui ne permet pas de dégager de façon tangible les impacts régionaux de ce phénomène (modification de la distribution pluviométrique et par voie de conséquence des zones de végétation). Si l'évolution est rapide la biosphère dont l'homme fait partie saura-t-elle s'adapter aux nouvelles conditions environnementales ? Le milieu marin peut-il se modifier profondément sous l'angle physique (élévation du niveau des mers) et chimique (acidification et pollution) ? Ces questions trouvent des réponses différentes selon les intérêts des uns et des autres : aux écologistes qui crient à la catastrophe, font écho les optimistes (4), qui croient à la capacité d'adaptation de l'espèce humaine puisqu'elle a déjà permis de surmonter des épreuves plus rudes.

Les critiques à l'encontre de l'expertise scientifique s'expriment à l'extérieur du GIEC et parfois en son sein même. Les modèles numériques sont des techniques modernes d'analyse réclamant l'élaboration de programmes sophistiqués où les calculs sont confiés à des machines hautement performantes. L'intention est louable, mais cette méthode a ses limites dont les modélisateurs ont conscience, sachant qu'en science, selon M. Picq (5) « les contradicteurs sont toujours ceux qui ont le mieux compris les faiblesses d'une théorie » ... ou d'une méthode. Ici, le poids des inconnues est énorme et celles-ci se situent à deux niveaux. D'abord dans le milieu physique par la présence de certains phénomènes dits « chaotiques » difficile à mettre en équation. On désigne ainsi des phénomènes dans lesquels une faible modification de l'état initial induit un changement radical à l'état final, phénomènes mis en évidence par Lorenz et rendus célèbres dans sa métaphore fameuse « du battement d'ailes » d'un papillon. Ensuite, dans le comportement de l'océan dont les caractéristiques physico-chimiques internes échappent en partie à l'investigation. Par ailleurs, les nuages ont un rôle radiatif ambigu du fait des rétroactions positives ou négatives à l'effet de serre selon leur nature, leur épaisseur, leur altitude et leur charge en particules polluantes... Enfin, les paramètres humains sont difficiles à entrevoir, même sur une génération. Le premier d'entre eux est la démographie. On sait que les pays qui accèdent à un meilleur niveau de vie maîtrisent mieux leur fécondité (l'Asie du Sud-Est rentre dans cette phase), mais

voient également leur longévité croître, ce qui maintient un bilan démographique positif pendant un certain laps de temps. Les simulations ne sont pas plus simples à mettre en œuvre dans le domaine économique où interviennent de multiples facteurs comme le coût de l'énergie et des transports, les marchés financiers, les aléas climatiques, ce qui explique les déficiences des modèles économiques. La technologie enfin, fait appel à l'ingéniosité humaine. On compte sur elle pour corriger les effets des nuisances portées à notre environnement. Parviendra-t-on, avant la fin du siècle, à obtenir une énergie « propre » grâce à la fusion nucléaire ? Et si oui, qui pourra en profiter ? Autre inconnue, géopolitique cette fois, qu'on voudrait pouvoir ignorer : la perspective d'un conflit à la dimension planétaire...

Jetons un regard sur le présent pour considérer les deux ou trois décennies écoulées. C'est sur l'Arctique et ses confins continentaux que le réchauffement apparaît plus nettement au cours des dix dernières années. Sur le reste du globe, il s'agit davantage de dérèglements climatiques que d'une tendance marquée et continue à l'élévation de température (sauf pour les grandes agglomérations qui en augmentent le niveau). Le phénomène Nino, plus fréquent que naguère, est souvent accusé d'être à l'origine de ces troubles. A nos latitudes, on remarque que les variations brutales de température où alternent périodes chaudes et périodes froides au cours d'une même saison se multiplient. Cela paraît cohérent avec le réchauffement du bassin arctique qui diminue le gradient thermique nord-sud et ralentit d'autant la circulation atmosphérique. Les ondulations d'altitude se multiplient alors et, selon leur position, entraînent des flux de nord (vagues de froid hivernal et sécheresse estivale quand la composante passe au nord-est) ou des flux de sud (canicules d'été et douceur anormale en hiver). Retenons que les grandes migrations méridiennes de masses d'air se prêtent à tous les excès et qu'elles sont responsables des précipitations intenses sur les régions méditerranéennes en raison des reliefs côtiers qui déclenchent l'ascendance et la condensation de l'air saharien humidifié lors de son transit sur la mer.

## V - L'AVENIR DE LA FORET FRANÇAISE

La forêt française couvre 15 millions d'hectares, cent fois moins que la forêt boréale, mais à l'échelle de notre territoire, c'est déjà beaucoup. On la rencontre partout. Omniprésente, elle fait partie de notre environnement familier. Nous l'aimons. Que deviendrait-elle si les désordres climatiques altéraient sa bonne santé ? Car elle se porte bien. Elle s'accroît en moyenne de 70 000 hectares par an en raison du réchauffement climatique.

Par le passé, le pire ennemi de l'arbre était l'homme qui défrichait pour gagner des espaces agricoles, alimenter ses forges et construire des navires... La forêt a ainsi presque disparu de l'Espagne et, avec la complicité du climat, n'a jamais pu y revenir. Aujourd'hui, dans de nombreux pays, des politiques environnementales tentent de la protéger en promouvant une sylviculture rationnelle. La forêt boréale arctique doit répondre, par ailleurs, à une évolution lente du climat,

migrer dans les cas difficiles (déplacement des zones de végétation) ou changer son faciès (substitution d'espèces mieux adaptées à la nouvelle donne climatique). La forêt semble davantage menacée par des événements brutaux (tempêtes, tornades) dont les cicatrices sont durables. Une longue période de sécheresses (1976, 2003) la fragilise d'autant plus qu'elle touche des régions habituellement bien arrosées (Nord-Ouest de la France, Lorraine...). Elle devient toutefois davantage vulnérable aux incendies (pinèdes provençales).

Sur le long terme, une élévation progressive et modérée de la température en toute saison allongerait la période végétative. Cette tendance, loin d'être généralisée, est néanmoins perceptible: la foliation est plus précoce et la défoliation plus tardive. Ainsi, la productivité forestière aurait-elle augmenté de 40% en un demi-siècle d'après l'INRA, ce qui répond peut-être à l'accroissement du CO<sub>2</sub> atmosphérique et à sa correction par stockage du carbone. Ce processus, doublement bénéfique, est cependant contrarié quand la chaleur ne s'accompagne pas de précipitations suffisantes. Ainsi, le cumul de la canicule et de la sécheresse en 2003 a fortement pénalisé les forêts de l'Europe occidentale : le manque à gagner de la biomasse a été évalué à 0,5 milliard de tonnes de carbone resté dans l'atmosphère.

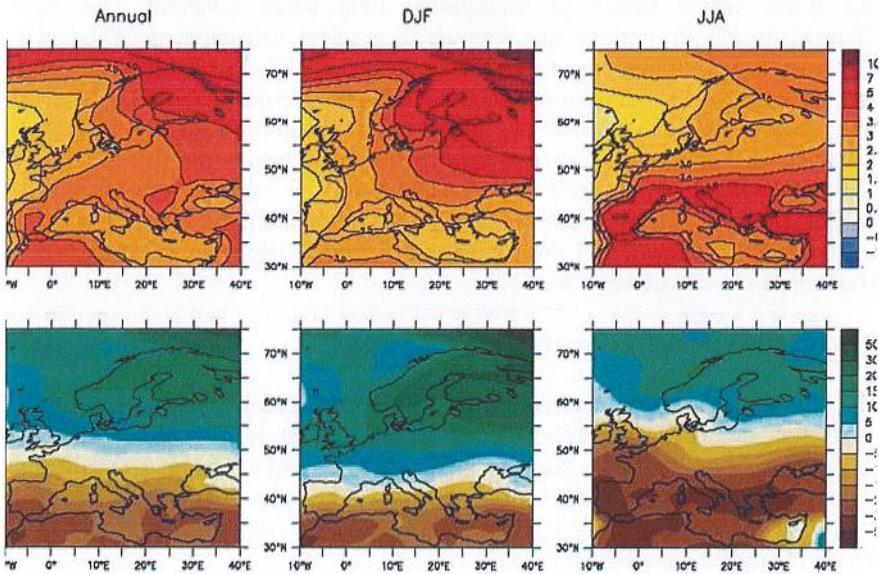


Figure n°4 : Températures et précipitations prévues vers 2100 pour l'hiver (DJF), l'été (JJA) et l'année, exprimées en écarts à la situation vers 2000 (Rapport du GIEC, 2007).

A l'horizon 2100, les scénarios pluviométriques du GIEC (Figure n°4) montrent une tendance à une diminution pluviométrique sur la moitié sud et à l'extrême ouest de la France, et à un accroissement au nord. L'impact sur les forêts apparaît aisément : il est bénéfique au Nord, tandis que les autres massifs forestiers souffrent surtout sur les sols à faible réserve en eau. Les simulations montrent que la forêt devrait continuer à accroître sa biomasse jusqu'aux environs de 2045 pour décliner ensuite.

Cet aperçu sur la prospective appliquée au climat et à ses impacts s'achève sur un bilan assez décevant quant à l'avenir de nos forêts. L'effort de rationalité développé dans la programmation des modèles climatiques est en grande partie ruiné par les paramètres qui alimentent leurs « entrées » : l'état initial est fatalement simplifié par rapport à la réalité, les simulations relatives aux émissions de GES s'appuyant par ailleurs sur des scénarios subjectifs, anticipations aussi réalistes que possible quoique hasardeuses. Est-ce condamner l'expertise ou l'employer malgré tout ? Pour reprendre l'expression de F. Ewald (6), l'expertise est une « illusion nécessaire ». Le poids des incertitudes ne l'empêche pas d'apporter une aide à la décision et d'éclaircir certains concepts. Cet exercice s'avère donc fructueux. En dépit de son esprit inventif, l'homme a pris conscience que des barrières difficiles à contourner se dressent devant sa quête de connaissance. La science a ses limites. Il faut bien admettre qu'elle n'accède à aucune vérité absolue concernant la nature des choses. Cela n'enlève rien à sa valeur objective, ni au mérite et parfois même au génie de ses serviteurs... mais il en est ainsi.

## LES CADRES COGNITIFS ET PRATIQUES POUR AGIR SUR UNIVERS INCERTAIN ?

*par Guillaume DECOCQ\* et Bernard KALAORA\*\**

Confrontés à la globalisation et à ses enjeux environnementaux, notamment climatiques, les forestiers découvrent de nouvelles menaces, dont les conséquences sont identitaires et organisationnelles. Dans un monde qui change et dont la trajectoire est imprévisible, les gestionnaires (appelés dans la suite du texte « forestiers » au sens large) doivent réviser leurs cadres de référence, leurs systèmes de valeurs, voire même l'identité forestière propre à la qualification à la définition du métier. Il devient impératif d'identifier les informations pertinentes et souvent fragmentées concernant les relations entre changement climatique et gestion sylvicole, mais aussi de travailler avec des acteurs qui n'appartiennent pas à la sphère forestière ; leur engagement est cependant nécessaire pour limiter les effets pervers du changement climatique dus aux rétroactions anthropiques et naturelles. C'est donc toute la gouvernance forestière qui est à revoir. Le changement climatique impose un processus réflexif de reconstruction et de réinvention des cadres cognitifs et normatifs pour s'adapter à ces nouvelles contraintes, les comprendre, les assimiler et les intégrer aux stratégies de gestion.

Si des travaux existent sur ces sujets, rares sont les études sociologiques qui leur sont consacrées. En Grande-Bretagne, une thèse récente (Pernille Schiellerup, *Identity and environmental governance : institutional change in contemporary British forestry policy and practice*, University College of London, 2008) vient d'être soutenue. Reprenant les approches interactionnistes et constructivistes, elle montre comment les discours narratifs sur le climat, la biodiversité ou la performance économique et environnementale traversent les récits classiques et modifient les problématiques à l'intérieur de l'organisation forestière, ainsi que les relations avec les acteurs extérieurs et le monde environnant. Mme Pernille Schiellerup ne se limite pas au changement climatique : elle prend en compte l'ensemble des transformations auxquelles doit s'adapter la gestion forestière en Grande-Bretagne, dans une perspective de refondation et d'anticipation des menaces futures.

Pour la France, nous avons initié en 2005 une étude similaire, mais plus modeste ; elle consistait en une première investigation qualitative sur « le monde forestier face aux changements des écosystèmes et des paysages forestiers »,

---

\* Université de Picardie Jules Verne, Unité « Dynamiques des Systèmes Anthropisés » (JE 2532), 1 rue des Louvels, F-80037 AMIENS Cedex 1 (guillaume.decocq@u-picardie.fr)

\*\* Université de Picardie Jules Verne, Unité « Dynamiques des Systèmes Anthropisés » (JE 2532), 1 rue des Louvels, F-80037 AMIENS Cedex 1 (guillaume.decocq@u-picardie.fr)

les manières de voir, de réagir et de former des forestiers dans un univers changeant et incertain. Cette recherche fut conduite dans le cadre d'un projet pluri-disciplinaire sur la modification des paysages forestiers induite par l'invasion du cerisier tardif (*Prunus serotina* Ehrh.) ; il visait notamment à la replacer dans le contexte plus général de la perception des changements en forêt (Decocq, 2007). Nous en avons extrait les résultats qui concernaient les changements climatiques. L'objectif de cette contribution est donc de comprendre leur place dans l'information, la représentation de la dynamique forestière et l'action des forestiers et d'apprécier, par une approche anthropologique, les cadres cognitifs et pratiques dont disposent les forestiers pour agir, en univers incertain, face aux changements « globaux ».

## **I - UNE APPROCHE SOCIO-ANTHROPOLOGIQUE**

Cette étude reposait sur l'enquête conduite auprès des gestionnaires qui administrent les trois massifs péri-urbains, majoritairement domaniaux : Fontainebleau (Seine-et-Marne : 25 000 ha), Compiègne (Oise : 15 000 ha) et Raismes/Saint-Amand/Wallers (Nord : 4 600 ha). 47 entretiens semi-directifs ont été réalisés auprès de 33 professionnels de la forêt publique, 9 professionnels de la forêt privée et 5 personnes gravitant autour de la gestion forestière (membres de comités scientifiques, du département de la Santé des Forêts, etc.). Sur ces 47 personnes, 15 intervenaient à une échelle nationale (e.g., direction générale de l'ONF, CNPPF), 3 à une échelle interrégionale (e.g. CRPF Nord/Pas-de-calais/Picardie), 8 sur le territoire de Compiègne, 11 sur le territoire de Fontainebleau et 10 sur le territoire de Raismes/Saint-Amand/Wallers. Les entretiens, menés par Michel Novak, étudiant stagiaire de Master 2, se sont déroulés entre mars et juillet 2005, chacun durant une demi-heure et trois heures (une heure et demie en moyenne). Le sujet était celui des « changements d'ordre écologique », thème sur lequel les interlocuteurs étaient libres de s'exprimer. Des questions plus ciblées furent posées afin de préciser la formation et l'itinéraire professionnel de chacun, ses fonctions actuelles, les changements vécus ou constatés (qu'ils soient écologiques, administratifs, sociaux ou économiques), et sa vision de la forêt d'ici cinquante et cent ans.

## **II - L'INFORMATION ENTRE EXPERIENCE PERSONNELLE ET MEDIATISATION MASSIVE**

Une première série de résultats concerne l'information dont disposent les forestiers, qu'elle relève du vu ou du vécu, des programmes de recherche relatifs au réchauffement climatique, ou des messages médiatiques. Elle correspond aux connaissances exprimées par les forestiers pour lesquelles un jugement de valeur ne transparait pas en cours d'entretien.

Le choix sylvicole en adéquation avec les variations climatiques semble émerger au début des années 1980, après les dégâts causés par la grande sécheresse de 1976, en particulier le dépérissement du chêne pédonculé en plaine, du

sapin et de l'épicéa en montagne, imputé jusque-là aux pluies acides, même si la sécheresse n'est pas toujours associée par les interlocuteurs aux changements climatiques. Pourtant, parmi les différentes composantes du changement global, c'est le réchauffement climatique qui vient en tête de leurs préoccupations. Trois facteurs peuvent l'expliquer. D'abord, la tempête de décembre 1999, suivie de la canicule de l'été 2003, ont déclenché cette prise de conscience. A ces épisodes vécus, s'ajoute la large médiatisation dans la presse professionnelle du programme CARBOFOR, qui porte sur l'évolution des aires de répartition potentielles des principales essences forestières. Enfin, le constat et/ou la communication autour de la progression vers le nord des ravageurs comme la chenille processionnaire et des maladies fongiques comme l'encre du châtaignier, les fait percevoir comme indicateurs du réchauffement climatique.

La source d'information varie avec la population interrogée, le contexte, le statut, la participation ou non à des programmes scientifiques ou techniques et l'expérience professionnelle liée à la pratique de terrain. Aux niveaux inter-régional et national, les programmes qui intègrent certains forestiers (CARBOFOR, RENECOFOR, STOC - Suivi Temporel des Oiseaux Communs) ou les récents colloques (« Forêt, vent et risques » du GIP ECOFOR en mars 2005) ont beaucoup compté. Chez les forestiers de terrain, les sources ne sont pas citées car le bouche-à-oreille domine, suivi d'internet. Chez les forestiers privés, la revue professionnelle Forêt Entreprise a publié un article consacré au programme CARBOFOR. Quelle qu'en soit la source, l'information est immédiatement critiquée : l'idée retenue est que les hypothèses sont nombreuses, parfois contradictoires. Ainsi, le réchauffement « global » pourrait se traduire par un refroidissement « en France » en raison de la disparition du Gulf Stream. Est-ce un effet du film catastrophe de R. Emmerich *Le Jour d'après* sorti sur les écrans en mai 2004, soit moins d'un an avant l'enquête de terrain ? La question du réchauffement climatique est d'autant plus prise au sérieux que le forestier interrogé possède une expérience personnelle des événements extrêmes, expérience acquise au cours des postes occupés dans plusieurs régions de France : la mobilité du personnel constitue assurément un atout. A contrario, la détection de changements plus fins, comme un changement de rapports de force entre essences ou l'arrivée de ravageurs est plus fréquente chez les forestiers proches du terrain, qui ont passé une bonne partie de leur carrière au même endroit.

On relève quelques différences inter-sites. A Raismes/Saint-Amand/Wallers, ce sont les sécheresses de 1976, de la fin des années 1980 et du début des années 1990 et leurs conséquences délétères sur les chênaies pédonculées qui sont citées. A Compiègne, ce sont plutôt les tempêtes des années 1980 et de 1990 (pas celle de 1999 !) et les inondations de 2001, qui ont surtout touché les hêtraies, qui sont mises en avant. A Fontainebleau, la tempête de 1999 et la canicule de 2003 sont les seuls événements mentionnés, sans aucune notation quant aux effets néfastes sur les peuplements où dominent le pin sylvestre et le chêne sessile. Ce gradient nord-sud est remarquable : plus on est proche de Paris, plus la mémoire

des événements climatiques est courte. C'est sans doute lié au nomadisme croissant des forestiers, la proportion de forestiers ayant réalisé l'ensemble de leur carrière sur le site diminuant le long de ce même gradient.

Si les événements météorologiques extrêmes cités sont souvent associés au réchauffement climatique, ce n'est pas le cas des autres composantes du changement forestier, comme les attaques de ravageurs ou les invasions biologiques. Il convient cependant de noter le contraste entre le discours des forestiers de terrain, qui rapportent des attaques de plus en plus fréquentes et une arrivée de nouveaux ravageurs (scolytes, cochenille, chancre, chenilles processionnaires ; rouille du peuplier chez les forestiers privés), et celui des forestiers intervenant à des niveaux hiérarchiques plus élevés, pour lesquels il s'agit d'événements cycliques normaux. Les effets « bénéfiques » des changements globaux sont tout aussi systématiquement relevés que leurs effets néfastes, notamment l'augmentation de la productivité des forêts en raison des concentrations atmosphériques en CO<sub>2</sub>, la source de référence étant l'Inventaire forestier national (IFN).

### III - LA REPRESENTATION : ENTRE SCEPTICISME ET ACCEPTATION PRUDENTE

Une fois reçue, l'information donne lieu à une construction mentale correspondant à la représentation que les forestiers ont des changements qu'ils ont constatés ou dont on les a informés. C'est ce processus qui leur permet d'évoquer les risques ou les profits, puis de formuler un jugement de valeur. Mais il est parfois difficile de distinguer représentation et information tant certaines informations reçues sont rapidement confrontées aux connaissances personnelles, donc évaluées dès traitement mental. De plus, certaines informations délivrées par les médias correspondent à des représentations déjà ancrées. Sans surprise, la représentation qu'a la population interrogée reflète le discours des médias. En général, l'incertitude et la préoccupation l'emportent : on constate, mais on demeure prudent quant à l'interprétation des phénomènes. Le doute est présent, mais aucun ne rejette l'hypothèse d'un réchauffement climatique. Dans les scénarios du réchauffement climatique proposés, par le GIEC notamment, c'est l'hypothèse basse (augmentation moyenne de 2°C de 1990 à 2100) qui est retenue, parce que c'était celle que retenait le programme CARBOFOR. Malgré cela, plusieurs forestiers ont trouvé qu'il « dramatisait » la situation : l'un d'eux pense que certaines régions seront épargnées ; un autre trouve ces prédictions « terriblement marrantes », avant d'affirmer qu'elles sont aussi fausses que les pluies acides en leur temps et qu'elles ne servent que des intérêts politiques et financiers. Quoi qu'il en soit, l'hypothèse haute du GIEC (augmentation moyenne de 6,3°C) est estimée « relever de l'inconnu », inconnu qu'on préfère ignorer.

Bien davantage que le réchauffement climatique (jugé « modéré » !), c'est la modification de l'intensité et de la répartition des précipitations qui préoccupe, en particulier pour les essences situées en station « limite ». La crainte d'une recrudescence des événements climatiques extrêmes revient souvent mais

convainc peu avec là aussi, un décalage entre les forestiers de terrain, qui y voient une relation probable, et les forestiers des niveaux hiérarchiques supérieurs, qui considèrent les phénomènes comme cycliques. Les premiers exhibent des cas concrets issus de leur expérience. Les seconds, évoquent des études scientifiques, parfois théoriques. Tous demandent plus d'informations mais considèrent que les aménagements forestiers seront à réviser. Les essences consommatrices d'eau sont jugées vulnérables : frêne, aulne, et fruitiers (notamment le merisier) ; la progression du chêne vert et du pin maritime est également retenue. Des nuances inter-régionales existent pourtant. A Compiègne (et ailleurs en Picardie), le hêtre est au centre des préoccupations et son remplacement par le chêne sessile est envisagé. A Raismes / Saint-Amand / Wallers, c'est le chêne pédonculé qui semble menacé. A Fontainebleau, c'est le risque d'incendie des landes et des pinèdes en cas de sécheresse accrue qui est redouté, mais aussi les épisodes de froid intense, néfastes au pin maritime.

Un bénéfice fréquemment mentionné est l'augmentation de productivité des forêts, qui « donne des vertiges », grâce à l'accroissement des taux atmosphérique de CO<sub>2</sub>, des retombées atmosphériques d'azote et de la douceur du climat. Cet argument justifie, selon eux, l'augmentation des prélèvements et la « dynamisation » de la sylviculture par raccourcissement des cycles. Un autre argument est la vulnérabilité accrue des arbres aux agents pathogènes et le risque d'attendre trop longtemps avant de les exploiter. Ces opinions, répandues chez les forestiers privés et publics des niveaux hiérarchiques élevés, sont contrebalancées par celles des forestiers publics de terrain, beaucoup plus dubitatifs, qui attribuent l'accélération de la croissance des arbres à l'espacement de plus en plus important entre les arbres d'un peuplement et à la meilleure adéquation des essences aux stations, grâce à l'emploi de plus en plus systématique des catalogues. Selon eux, l'effet bénéfique de l'effet de serre serait un prétexte pour intensifier la sylviculture et les prélèvements.

La médiatisation du réchauffement climatique a rendu ce problème trop prégnant pour que le forestier ne le mette pas en relation avec tel ou tel événement « inhabituel ». Mais l'élévation des températures est trop progressive, les événements extrêmes encore trop rares, et les facteurs confondants trop nombreux (pollutions, sylvicultures, ravageurs, etc.) pour qu'il appréhende nettement le changement climatique. Par exemple, pour cet agent de Raismes / Saint-Amand / Wallers, « ce qui est évident aussi, c'est qu'on va vers une sécheresse. Ça, c'est sûr. On a plus que très peu d'hivers humides pluvieux. Moi j'étais habitué, il y a vingt ans, à faire des martelages avec de l'eau comme ça dans les parcelles. C'est jamais plus arrivé. Ça n'arrive plus depuis dix ans. On avait le programme de martelage, il nous faisait commencer par les parcelles les moins humides et on s'arrangeait, c'était un des critères du calendrier de martelage. C'était est-ce qu'on pourra passer, est-ce que les fossés sont pas trop gras pour passer ; maintenant, pfff, plus aucun problème nulle part ! ». Mais les opérations de drainage et l'intensification d'une

agriculture gourmande en eau dans les champs voisins, sont aussi citées comme facteurs du réchauffement climatique.

#### IV - LA REACTION : UNE ADAPTATION DES PEUPELEMENTS ET DES STRUCTURES

Une première réaction concerne l'amélioration des connaissances. La plupart des forestiers interrogés souhaite un effort de recherche afin de mieux comprendre les évolutions du climat et d'en anticiper les conséquences. La piste citée à plusieurs reprises vise la variabilité génétique des espèces et la sélection d'écotypes adaptés aux futures conditions climatiques. L'exemple de la hêtraie de la Sainte-Baume (Var) supportant bien la chaleur et la sécheresse estivales du climat méditerranéen est plusieurs fois mentionné. Une autre piste porte sur l'étude des forêts poussant « naturellement » en conditions extrêmes : les forêts de la Harth (Haut-Rhin) pour les chênes et de Chizé (Deux-Sèvres) pour le hêtre sont données en exemples. Les réserves biologiques intégrales et le réseau de placettes RENECOFOR paraissent autant d'opportunités pour suivre l'évolution des peuplements en climat changeant. Enfin, plusieurs forestiers plaident en faveur d'une adaptation des catalogues de stations, tout en poursuivant leur élaboration et en améliorant leur emploi : « Je pense qu'à l'Office, les gens sont bien conscients que les stations, c'est le b-a-ba, que l'adaptation stationnelle, c'est vraiment la garantie pour l'avenir. Ce qu'il reste à faire, c'est bien connaître les stations, les cartographier et accepter qu'elles soient parfois très petites... parce que si elles sont trop petites, ça amène à une structure en unité de gestion pas forcément facile, c'est pas l'optimum quoi. C'est bien pour ça qu'on était passé à la futaie régulière, pour avoir des choses facilement planifiables sur des surfaces bien carrées... c'est le mot, oui, fallait être carré ! Mais bon, ce qui est trop carré, souvent, ne tourne pas rond, hein ? ».

Une seconde réaction concerne les structures destinées à évaluer les effets des changements climatiques et à leur refonte. Cette organisation repose sur quatre axes :

- la création de cellules de crise : suite à la tempête de 1999, une procédure spécifique de gestion a été mise en place au niveau de la direction de l'ONF, qui prévoit une cellule de crise en cas de force majeure. De même, suite à la canicule de 2003, une cellule sécheresse a été créée ;
- la spécialisation des personnels : la direction de l'ONF a opté pour une spécialisation des techniciens et des agents forestiers, auparavant « généralistes », ce qui permet à chacun, dans son domaine de spécialisation, de détecter précocement les problèmes dès qu'ils se présentent ;
- la création de réseaux de compétences naturalistes qui regroupent, depuis l'année 2003, des forestiers naturalistes dont une partie du temps de travail est consacrée au suivi d'espèces. Cinq réseaux ont été créés : ornithologie, entomologie, mycologie, mammifères non ongulés, et arboreta ;

- une nouvelle stratégie d'aménagement : les cahiers d'aménagement sont révisés plus fréquemment et sont plus complexes qu'auparavant, pour tenir compte du grain d'hétérogénéité écologique des massifs.

Une troisième réaction entend améliorer la communication. La communication interne à l'ONF fut remaniée à partir de 2003, d'où la création du site internet « Intraforêt » qui est devenu un média efficace ; le lancement de la revue trimestrielle *Rendez-vous techniques* ; la publication des Guides des sylvicultures (premier volume publié en 2004). Du côté de la forêt privée, la communication s'effectue à travers des réunions et des excursions animées par les CRPF, et la publication de brochures et d'ouvrages de synthèse. La revue *Forêt entreprise* est également un média efficace. Mais certains forestiers estiment que la communication s'effectue trop souvent à sens unique, du haut vers le bas et qu'au niveau du terrain, c'est de manière horizontale, de proche en proche et de bouche-à-oreille, que les informations circulent le mieux ; « Ben oui, parce que la première alerte, elle vient des agents du terrain, hein. Quand on voit des arbres qui dépérissent, c'est pas le gars qui est dans son bureau qui, lui, après évidemment, viendra faire le diagnostic, voir quelle espèce, prélever des échantillons pour les envoyer au CEMAGREF ou je ne sais où d'ailleurs, parce que je ne sais plus où exactement maintenant on envoie ces échantillons-là. Puisque effectivement, on travaille dans des systèmes qui sont de plus en plus cloisonnés ». Dans le personnel interrogé, des agents plaident pour rapprocher le monde forestier et le monde de la recherche grâce à des programmes communs. Or, si cette pratique se répand dans la forêt publique, il n'en est pas de même en forêt privée, où les propriétaires discréditent volontiers les travaux des scientifiques. L'Institut pour le Développement Forestier (IDF) fait exception, comme en témoigne son intégration au CNPPF.

Enfin, une quatrième réaction consiste à adapter la résistance et/ou la résilience des forêts aux changements climatiques, même si la majorité des forestiers interrogés estime toute réponse prématurée. Quelques axes stratégiques sont néanmoins exprimés. D'abord, la nécessaire adaptation des essences aux stations, bien que les changements climatiques ne suffisent pas à la motiver. Cette adaptation sera progressive car conditionnée par la rotation des essences ; elle est jugée incompatible avec le principe de régénération naturelle, notamment dans le cas du chêne en forêt de Compiègne. Ensuite, la diversité spécifique et génétique des peuplements est souhaitée, avec pour base théorique la relation entre biodiversité et résilience des écosystèmes, et pour base empirique, la vulnérabilité des peuplements monospécifiques aux perturbations. En outre, la « dynamisation » de la sylviculture combinerait une réduction des densités et un raccourcissement des rotations. On remarque néanmoins que les personnes questionnées ont des avis divergents quant à l'importance de la strate herbacée, à ses effets sur la biodiversité et la qualité des sols, ou sur le rôle du bois mort. Certains forestiers déclarent même que la justification est seulement économique, l'ONF étant un établissement commercial. Enfin, axe cité surtout par les forestiers privés, l'introduction d'essences exotiques

mieux adaptées au futur climat s'appuie sur l'exemple des peuplements de cèdre de l'Atlas sur le Mont Ventoux. L'ONF préfère privilégier l'introduction de nouveaux écotypes d'espèces existantes. Certains, sur le site de Raismes / Saint-Amand / Wallers, signalent des mesures d'aménagement ciblées, par exemple la gestion de l'eau en forêt, via les aménagements hydrauliques, pour préserver les stations hydromorphes et accroître la résistance des peuplements à la sécheresse. La création des lisières « épaisses » et des alignements d'arbres dans le sens des vents dominants permettrait, selon eux, d'améliorer la résistance des forêts aux tempêtes.

Les changements climatiques sont incontestablement devenus un phénomène de société. Tout le monde croit au réchauffement climatique, parce que tout le monde en parle. Tout le monde s'y intéresse, parce que les conséquences qu'on peut projeter représentent un bouleversement des habitudes. Cette étude montre que le monde forestier ne fait pas exception, les impacts sur la pérennité de la forêt (et de sa gestion !) étant concevables et ce, à relativement court terme. Toutefois, les changements d'aire de répartition des espèces, et les risques d'émergence de nouvelles maladies sont des phénomènes encore imperceptibles si bien qu'il est encore trop tôt pour concevoir une adaptation de la foresterie.

Le contexte apparaît comme un facteur d'instabilité et engendre des doutes quant à l'exercice d'un métier fondé sur une planification rationnelle. Inversement, il peut être regardé comme transitoire, période qui mêle savoirs anciens et nouveaux, d'où le bricolage de méthodes variant selon les circonstances et les situations. Il peut être aussi tout simplement ignoré. Dans un monde régi par la contrainte bureaucratique et hiérarchique, les attitudes favorables au changement ont de la peine à cheminer. Adapter son comportement aux nouvelles données n'est pas qu'une opération technique ou instrumentale ; elle engage l'image de soi, les rapports avec autrui et le rapport avec sa profession. La prise en compte du changement climatique sera d'autant plus effective que l'organisation sera moins hiérarchique, plus décentralisée et plus réceptive aux signaux précurseurs et aux lanceurs d'alerte. En général, les interviewés, ont omis l'avantage qu'apporterait la collaboration avec les associations et la société civile, confrontées au même problème. C'est dans l'entre soi qu'ils essayent de répondre, en privilégiant les solutions techniques plutôt qu'en refondant la gouvernance nationale, régionale et locale. Notre étude a également révélé que l'âge, la formation initiale, le poste occupé, les relations avec la recherche et avec les forestiers de même niveau hiérarchique ou d'un niveau différent, contribuaient à influencer la perception et, donc, la représentation des changements. A n'en pas douter, ces facteurs conditionnent également les vellétés d'action face aux modifications climatiques.

Les données présentées ici sont issues des résultats du programme de recherche *Dynamique invasive du cerisier tardif*, *Prunus serotina* Ehrh., en système forestier tempéré : déterminants, mécanismes, impacts écologiques, économiques et socio-anthropologiques (Dir. G. Decocq), soutenu financièrement par le Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable dans le cadre du programme INVABIO

II (CR n°09-D/2003). L'essentiel des résultats est tiré du mémoire de Master 2 de Michel Novak, effectué sous la co-direction de B. Kalaora et G. Decocq.

## LES CARACTERES CLIMATIQUES DES OLIVERAIES, DES VERGERS ET DES VIGNOBLES EN FRANCE

*par Daniel JOLY\**

La répartition du vignoble obéit aux potentialités et aux contraintes inhérentes au milieu naturel : géologie, pédologie, climat, etc. Pour s'en tenir aux conditions climatiques, la vigne est absente des déserts en raison de ressources hydriques déficitaires ; de même, ne peut-elle s'étendre vers le nord ou en montagne en raison de températures trop froides. Le changement climatique, dont on commence à mesurer les effets, modifiera la géographie de cette plante [García de Cortázar Aauri, 2006]. Sous l'hypothèse d'un réchauffement probable, d'après les climatologues, elle suivra la remontée altitudinale et latitudinale des isothermes. Ainsi, la vigne, que nous connaissons évoluera. Comment ? Dans quel sens ? Où les modifications seront-elles les plus fortes ? Voilà les questions clés qui demandent des éléments de réponse. Mais ce diagnostic à l'échelle d'un pays n'est pas aisé car un vignoble est un système où un grand nombre de facteurs se combinent et interagissent.

Le premier objectif de cette étude est d'évaluer les conditions climatiques actuelles du vignoble de la basse vallée du Rhône localisé par la base Corine Land Cover. En filigrane, les influences du réchauffement climatique seront visées. En effet, des indices de plus en plus nombreux montrent l'engagement de ce réchauffement climatique [García de Cortázar Aauri et al., 2004 ; Seguin et García de Cortázar Aauri., 2004 ; Lebon, 2002], ce que confirment les modèles climatiques globaux [Planton, 2003] : les effets sont patents dans certains aspects du comportement de vigne. La phénologie est particulièrement significative avec, par exemple, l'avancement des dates de floraison et de vendange [Ganichot 2002].

Cet article comporte trois parties, les données et les méthodes de l'étude, les caractères du climat dont jouit le vignoble de la basse vallée du Rhône et l'extension spatiale de ce climat pour les normales 1971-2000 et 2021-2050.

### **I – LES FONDEMENTS DE L'ETUDE**

L'information comprend deux catégories qu'une technique adaptée permet de croiser. L'emplacement des vignobles sur l'ensemble de la France est fourni par la base géographique Corine Land Cover (CLC). Les forêts, sous la forme de trois types, les feuillus, les résineux et la forêt mélangée, ne constituent pas un

---

\* Laboratoire ThéMA, CNRS, Université de Franche-Comté ; 30, rue Mégevand, 25030 Besançon cedex ; daniel.joly@univ-fcomte.fr

élément suffisamment discriminant. C'est pourquoi nous avons travaillé sur la vigne en sélectionnant celle des Côtes-du-Rhône méridionales que délimitent les côtes du Vivarais et les côtes du Tricastin au nord, l'agglomération de Nîmes au sud-ouest et les côtes du Lubéron au sud-est.

Ces données climatiques déterminent le profil climatique des deux vignobles. L'information provient des données collectées par Météo-France sur l'ensemble du territoire, la « normale » 1971-2000 ayant été interpolée [Joly et al, 2010]. Ces renseignements climatologiques ont servi à calibrer, par downscaling [Wilby et al., 2004], les sorties du modèle physique Arpege-Climat développé par Météo-France pour le scénario A1B [GIEC/IPCC, 2007]. Quant aux normales 1971-2000 et 2021-2050 elles sont tirées de cette base. Trois éléments thermiques ont été retenus en raison des contraintes qu'ils imposent aux végétaux : la somme des températures mensuelles de février à juin, le nombre de jours où la température est inférieure à 5°C au printemps et le nombre de jours chauds où elle est supérieure à 30°C.

## **II - LE CLIMAT DE LA BASSE VALLEE DU RHONE : 1971-2000**

Chacun des 35 295 pixels reconnus sur CLC comme appartenant au vignoble retenu trouve son homologue sur l'une des trois couches ayant trait aux caractères climatiques. Ainsi, des statistiques sont dressées, à partir des trois images, pour décrire leur climat « thermique » présent et futur. La moyenne de la somme des températures de février à juin est de 70°C, soit une moyenne de 14°C pour chacun des cinq mois. Le nombre de jours froids, inférieurs à - 5°C, est faible (0,3) tandis que celui de jours chauds, supérieurs à 30°C est important (40).

Le vignoble de la basse vallée du Rhône (figure n° 1) présente une répartition des sommes de température très dissymétrique ; celle-ci s'étend sur 22°C, ce qui indique la variété des sites qui le composent : les côtes du Vivarais sont moins chaudes que les côtes du Lubéron. Les jours où la température printanière (mars-mai) plonge en dessous de - 5°C sont rares. Il n'y a que 6% des pixels dans la basse vallée rhodanienne qui présentent une ou deux occurrences de gel vif. A l'inverse, les jours où la température excède 30°C sont courants : aucun pixel n'en a moins de 22 et certains sites en ont plus de 60.

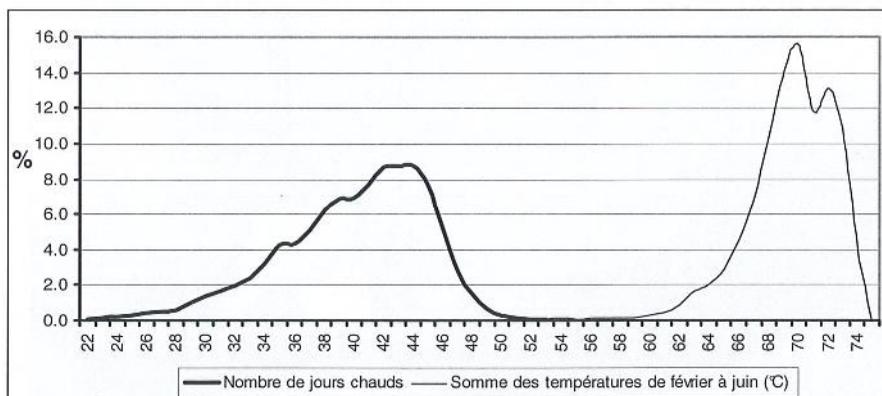


Figure n° 1 : Fréquence du nombre de jours chauds et des sommes de température de février à juin ; vignoble de la basse vallée du Rhône.

Les bornes inférieures et supérieures des trois variables climatiques constituent des critères qui permettent de spatialiser le climat associé au vignoble de la basse vallée du Rhône. Ainsi, celui-ci regroupe les pixels dont la somme des températures est comprise entre 53, borne inférieure, et 75, borne supérieure ; le nombre de jours inférieur à  $-5^{\circ}\text{C}$  au printemps est inférieur à 3, et le nombre de jours supérieur à  $30^{\circ}\text{C}$  est compris entre 22 et 62. Les pixels dont un seul critère n'est pas satisfait sont exclus du climat en question. Les pixels qui remplissent les trois critères sont situés dans une aire qui correspond à peu près à l'extension actuelle de ce vignoble, soit la vallée du Rhône au sud de Montélimar, Camargue exceptée (Figure n° 2). Des prolongements apparaissent, à l'ouest jusqu'à Béziers et à l'est jusqu'à Aix-en-Provence. Plus à l'est, l'aire varoise, de part et d'autre de Draguignan et allant quasiment jusqu'à Cannes, relève aussi de ce climat. Il s'agit des secteurs les plus chauds du climat méditerranéen.

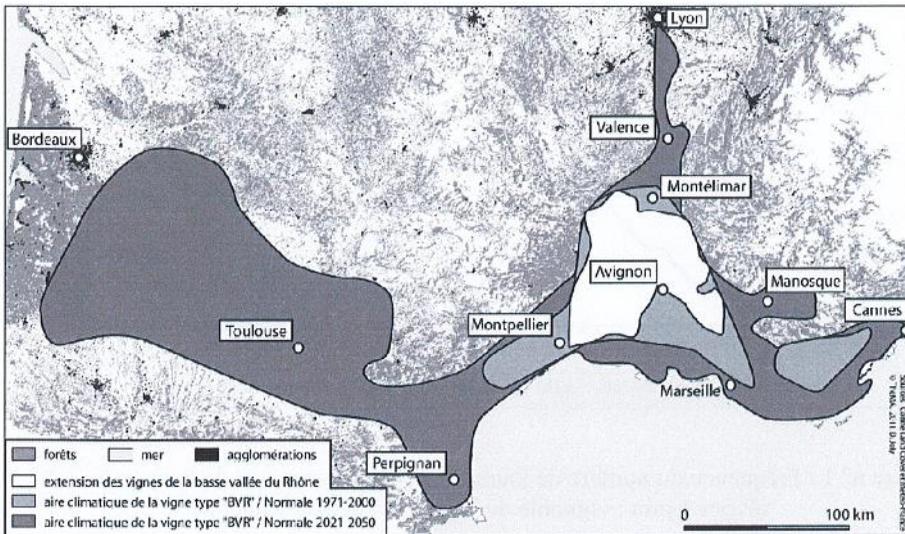


Figure n° 2 : Extension du climat associé au vignoble de la basse vallée du Rhône au cours des normales 1971-2000 et 2021-2050

### III - L'EXTENSION DU CLIMAT DE LA BASSE VALLEE DU RHONE : 2021-2050

L'extension spatiale de l'aire climatique associée au vignoble de la basse vallée du Rhône a été calculée à partir des données de la normale 1971-2000. Or cette normale est moins chaude de 1,5°C environ que la normale 2021-2050 calculée à partir des sorties du modèle Arpege-Climat. Cette information permet d'évaluer la variation de l'aire climatique associée au climat du vignoble.

D'ici trente ou quarante ans, le vignoble de la basse vallée du Rhône trouvera des conditions propices bien au-delà du secteur où il est aujourd'hui confiné. La figure n° 2 indique que les conditions thermiques actuelles gagneront le pourtour méditerranéen jusqu'aux contreforts des Cévennes et des Causses ; elles concerneront également une très grande partie du Bassin aquitain, mais aussi, plus à l'est, les Maures, l'Estérel et la basse vallée de la Durance et remonteront au nord, jusqu'à Lyon.

L'enjeu de cet article était surtout méthodologique. En localisant la vigne grâce à la base Corine Land Cover et au modèle Arpege-Climat de Météo-France, il est possible de cartographier la progression du climat associé au vignoble de la basse vallée du Rhône : l'élévation des températures l'étend considérablement vers l'est, le nord et l'ouest jusqu'en Aquitaine. Ce modèle multi-critère simple pourrait être amélioré en intégrant les variables pluviométriques par exemple, démarche qui est transposable à tout végétal, à toute essence.

## LE CHANGEMENT CLIMATIQUE RELANCE LA QUESTION DE L'INTRODUCTION D'ESPECES EN FORET

par Myriam LEGAY\*, Philippe RIOU-NIVERT\*\*, Hervé LE  
BOULER\*\*\*, et Vincent BADEAU\*\*\*\*

S'il est un mot dont les connotations sont multiples, c'est bien l'adjectif « exotique ». Même accolé au mot « essence forestière », il reste riche de résonances contradictoires qui évoquent trésors, curiosités ou menaces. Après quelques réflexions liminaires sur l'expression « espèce exotique » et sur les problèmes soulevés par sa définition, nous aborderons l'histoire de l'introduction d'espèces en forêt, indissociable de l'histoire du reboisement, pour dégager les constantes et les mutations dans la façon dont cette introduction a été conçue et utilisée par les forestiers et la société. La perspective d'un changement climatique rapide repose la question de son intérêt : ce nouveau rebondissement introduit-il une rupture radicale ? Au-delà de changements manifestes du contexte, des objectifs et des approches, d'une évolution cette problématique s'enracine dans un substrat historique et culturel qu'il est indispensable d'analyser pour répondre aussi sereinement que possible aux enjeux que représente l'adaptation au changement climatique.

### I - L'EXOTISME D'UNE ESPECE : UNE NOTION FRAGILE

Dans le contexte forestier actuel, on entend généralement par « essence exotique » une espèce poussant hors de son aire naturelle de répartition, introduite par conséquent depuis un autre pays ou une autre région. Dans certains cas, l'introduction, en tant qu'action humaine, est caractérisée si l'arrivée de l'espèce est postérieure à une référence temporelle, l'Holocène pour l'Europe (UICN, 2009), la découverte du continent par les Européens pour les introductions sur le continent américain (The dictionary of Forestry, Helms, The Society of American Foresters, 1998). Soulignons au passage que cette référence suppose implicitement que l'homme vivait « à l'état de nature », idée que contestent les archéologues qui étudient l'action des amérindiens sur la composition de la forêt amazonienne (Heckenberger, 2003).

Ce n'est pas le seul point de fragilité du concept. L'introduction depuis une autre région géographique soulève plusieurs difficultés. D'abord, elle s'apprécie en fonction d'une échelle géographique, ou d'une classification

\* ONF, Pôle R&D de Nancy, 54840 Velaine-en-Haye – myriam.legay@onf.fr

\*\* CNPF/IDF, 47 rue de Chaillot, 75116 Paris

\*\*\* CNBF, Pépinière de l'état, Route de Redon, 44290 Guéméné-Penfao

\*\*\*\* UMR EEF, Phytoécologie, Centre INRA de Nancy, 54280 Champenoux, France

biogéographique des types de végétation : personne ne qualifierait d'exotique une espèce plantée de main d'homme à partir d'une graine issue de la parcelle voisine. Ensuite, les aires naturelles ont évolué considérablement dans le temps et la référence invoquée n'a de sens qu'à une date donnée – qui n'est jamais précisée. Ainsi, en Europe, contrairement au postulat implicite qui fonde la notion de « forêt naturelle », il n'y a aucune plage de stabilité des couverts entre la recolonisation post-glaciaire et le développement de l'impact de l'homme sur la forêt (Ruddiman, 2003).

On peut poursuivre cet examen critique sur le plan taxonomique : quel est le niveau taxonomique de référence ? Un chêne sessile originaire de Slavonie poussant en forêt de Compiègne au beau milieu des chênes sessiles « indigènes » est-il plus ou moins exotique qu'un pin sylvestre de la même forêt provenant de Haguenau (Alsace) ?

Le cas des espèces acclimatées ou naturalisées soulève de nouvelles questions. Ces essences sont parvenues à s'insérer dans l'écosystème et accomplissent leur cycle de vie sans l'aide de l'homme. Elles ont parfois établi tellement de liens écologiques avec les autres espèces de l'écosystème qu'il serait difficile, voire impossible de mettre en évidence leur caractère d'espèces introduites par l'observation in situ. Le châtaignier en Bretagne, dans le Bassin Parisien ou même dans les Cévennes, a perdu tout caractère exotique (il était cependant originaire du pourtour méditerranéen), au point de constituer un emblème paysager.

On constate ainsi qu'aucune mesure simple de l'exotisme ne s'impose, car il faudrait arbitrer, pondérer au moins trois distances très différentes : la distance géographique à l'aire naturelle, la distance phylogénétique à l'espèce indigène la plus proche, mais aussi, voire surtout, le temps écoulé depuis l'introduction. La fragilité des contours de la notion d'espèce exotique étant mise en évidence, revenons au centre du débat : l'action de l'Homme. Avec quel objectif et de quelle façon a-t-on transporté les espèces ?

## II - DE L'ACCLIMATATION BOTANIQUE AUX PREMIERS ESSAIS FORESTIERS

La flore européenne est pauvre comparée à celles des autres continents à la même latitude. Cette relative indigence s'explique par les obstacles géographiques qui se sont opposés aux mouvements de flux et de reflux de la flore lors des changements climatiques passés, notamment lors de la dernière glaciation. Elle est classiquement invoquée pour expliquer l'intense activité de recherche et d'introduction des espèces utiles à l'homme (tant pour l'agriculture que pour l'agrément) qui a animé l'Europe depuis l'Antiquité. Cette activité de recherche et d'introduction (ou de réintroduction, certaines essences ayant été chassées d'Europe par les glaciations) a pris une dimension nouvelle au XVIII<sup>e</sup> siècle, avec l'émergence de la botanique en tant que science. En matière forestière, ce siècle a vu se développer la projection d'essences intéressantes sur le continent américain (Williams, 2008), suivis d'essais d'acclimatation, avec des noms présents dans la

mémoire de tout forestier : Duhamel du Monceau, Bernard de Jussieu, Louis-Guillaume Lemonnier, Buffon. C'est le constat de la dégradation des couverts et des sols qui motive alors ces recherches. La surface forestière en France est alors fortement réduite, le taux de boisement étant pratiquement deux fois moindre qu'aujourd'hui (Viney, 1962). On recherche donc – sur le continent américain, mais aussi à moindre distance – des espèces susceptibles de coloniser ces landes anthropiques mieux que les espèces locales. Ainsi, les premiers pins introduits à Fontainebleau dès 1529 (Moriniaux, 1999), sont-ils cultivés en forêt à partir de 1780, sous l'impulsion de Lemonnier, titulaire de la chaire de botanique au Jardin du Roi et de M. de Cheyssac, grand maître des Eaux et Forêts. Des reboisements sont entrepris en Champagne, en Bourgogne et dans les Landes de Gascogne.

### III – DE LA MONARCHIE DE JUILLET AU SECOND EMPIRE

Cet effort atteint son plein régime sous la Monarchie de Juillet et le Second Empire, époque d'introduction massive à courte distance. La promulgation du code forestier de 1827 marque l'avènement d'un renouveau forestier : les plantations de pins sylvestres ou de pins maritimes se déploient sur les sables humides de Sologne à partir de 1850, sur les sols calcaires superficiels de la Champagne Pouilleuse et sur les sables de Fontainebleau, où une sécherie de graines est construite pour fournir le matériel nécessaire aux plantations (5 600 ha entre 1830 et 1848). À partir de 1860, le reboisement en pin maritime des Landes de Gascogne est entrepris qui créera le plus grand massif forestier artificiel d'Europe. Le pin maritime est ici indigène, mais il sera introduit au même moment en reboisement dans le Morbihan, par exemple dans les Landes de Lanvaux, landes dégradées à genêt sur schistes. C'est également à cette période que débutent les boisements de protection, d'abord pour fixer les dunes des littoraux aquitains, charentais et vendéens, ensuite en montagne pour lutter contre les départs d'avalanche, les chutes de blocs, les ravinements et les glissements de terrain. 260 000 hectares seront ainsi reboisés sur les 600 000 hectares de forêts de protection dans les Alpes, les Pyrénées et le Massif Central, avec un large recours au pin noir. Les pins, essences frugales et colonisatrices, apparaissent ainsi comme les espèces-phares de cette période de boisement sur terrains difficiles. Bien que non indigènes d'après les critères actuels, ces pins transférés à moyenne distance de leur aire naturelle ne sont pas perçus par les forestiers d'alors comme exotiques, l'Ecole de Nancy les considérant avec méfiance : le caractère peu objectif de ce jugement sera relevé par Louis Pardé (cité par Mahaud, 2000).

### IV - APRES LA SECONDE GUERRE MONDIALE

L'effort de reboisement gagne en puissance après la Seconde Guerre mondiale, grâce au Fonds Forestier National (FFN), créé en 1946. Le besoin de bois pour la reconstruction, conjugué à la déprise agricole liée aux mutations de

l'agriculture et de la société, conduit à reboiser 2 millions d'hectares entre 1947 et 2000. D'où l'accroissement notable de la part des résineux dans les paysages nationaux, leur part passant de 28 à 37% de la surface forestière métropolitaine (Moriniaux, 1999). De grands programmes d'amélioration génétique sont entrepris par l'Inra pour l'épicéa, le douglas, les pins maritime, laricio et sylvestre... Les espèces-phares sont désormais l'épicéa, supplanté dans les années 1970 par le douglas introduit en France vers 1850. Ses atouts tiennent à ses performances remarquables, et à l'amplitude climatique de son aire naturelle... même si, en pratique, ces deux qualités ne sont annoncées qu'au prix d'un compromis, le matériel très productif utilisé en France provenant des zones climatiquement favorables de l'aire naturelle.

## V - L'EMERGENCE DU CONCEPT DE BIODIVERSITE

Bien que le FFN disparaisse en 2000, le vent a tourné dès les années 1990. Le Sommet de la Terre à Rio de Janeiro, en 1992, marque l'avènement du concept de biodiversité, qui colore toute la période suivante. En Europe, la directive sur la protection des Habitats, adoptée aussi en 1992, organise la protection des espèces et des milieux remarquables en initiant la mise en place d'un réseau de sites protégés. Le concept d'éco-certification, visant à garantir au consommateur un produit issu d'une gestion forestière durable, apparaît également dans cette décennie. La notion de naturalité déclarée critère de bon état des milieux naturels renverse peu à peu la perception de l'espèce introduite : naguère outil de mise en valeur des milieux, elle devient menace pour les écosystèmes, au point qu'une espèce introduite soit considérée comme nuisant à la biodiversité (Lerat et al., 2009). Les décennies 1990-2000 sont donc caractérisées par l'abandon progressif des introductions, puis par des efforts de « renaturation » en éliminant les espèces précédemment introduites.

A partir de ces décennies, le changement climatique influence le débat forestier : la Revue Forestière Française lui consacre son numéro spécial 2000 ; le GIP ECOFOR organise en 2005 un colloque sur le sujet (« La forêt face aux changements climatiques : acquis et incertitudes »), puis un « ecoforum » en 2006 (« Face aux changements environnementaux, sociétaux, économiques, quelle gestion, quelle recherche pour la forêt de demain ? »). Laurent Piermont, de la Société Forestière de la Caisse des Dépôts et Consignations (Piermont, 2005 et 2007), ou encore Philippe Riou-Nivert (Riou-Nivert, 2007) soulèvent à nouveau la question de l'introduction. Selon le mot de ce dernier « ce ne sont plus les espèces qui sont exotiques, mais le climat qui le devient » ! Cette rupture s'inscrit toutefois dans une relative continuité, puisque l'approche renoue avec la perspective d'ingénierie écologique qui marque la période des grands reboisements : trouver des espèces capables de prospérer dans des conditions pour lesquelles la flore autochtone ne propose aucun candidat satisfaisant. La dimension du problème évolue cependant au fur et à mesure que les recherches démontrent la vulnérabilité

des espèces existantes. Par ailleurs, malgré le quasi doublement de la surface forestière intervenu depuis le XVIII<sup>e</sup> siècle, la société française reprend conscience de son besoin de bois. Aussi des objectifs de récolte ambitieux sont-ils fixés par le Grenelle de l'environnement et les Assises de la Forêt, pour répondre aux besoins en bois-énergie et en bois matériau et pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. Le déficit de la balance commerciale en bois résineux demeure, voire s'aggrave avec l'évolution des méthodes de transformation, et notamment avec le développement des bois aboutés ou contre-collés, qui demandent des bois résineux. Cette nouvelle faim de bois va donc de pair avec l'appétit de l'industrie pour les résineux.

## **VI - MUTATIONS DANS LA PERCEPTION DES RISQUES**

Ce besoin n'est pas neutre car la question de l'enrésinement a longtemps dominé le débat sur les risques associés à l'introduction (Moriniaux, 1999). Entre 1850 et 1900, le débat se posait en termes esthétiques. À Fontainebleau, les peintres de Barbizon prônaient l'arrachage des pins avec le slogan « un pain pour un pin ». Dans les décennies 1970-1980, tandis que la croissance des boisements FFN modifiait les paysages, les plantations résineuses témoignaient du recul du monde rural au point d'apparaître comme « une appropriation matérielle et symbolique de l'espace » (Le Floch et Devanne, 2003). Leur progression alimenta la hantise de paysages fermés par le douglas dans le Morvan, l'épicéa dans les Vosges ou le pin maritime dans les Cévennes (qui chassa le châtaigner, introduit antérieurement !). Émerge aux côtés de ces arguments esthétiques et sociologiques l'argument écologique de l'acidification des sols.

Cet argument écologique anime le débat dans les années 1990. Signe avant-coureur, les réserves artistiques de Fontainebleau sont converties en réserves biologiques dès les années 1950. Toujours à Fontainebleau, ce ne sont plus des peintres qui arrachent des pins, mais des « éco-guerriers » qui arrachent des plants de cèdres. On ne parle plus de fermeture des paysages, mais de fermeture des milieux, situation qui est combattue au nom de la biodiversité et de la restauration écologique. La prise de conscience du risque d'invasion biologique gagne la sphère forestière, qui se penche sur le dynamisme colonisateur d'espèces comme le *Prunus serotina* en forêt de Compiègne (introduit des Etats-Unis en Europe vers 1625), ou comme le Robinier, mis sous surveillance en Belgique. La perception des risques associés à l'introduction évolue donc au fil du temps, même si l'on peut s'interroger sur sa réalité. Est-ce la perception du risque qui se transforme ou le champ de son expression ?

## **VII – CHANGEMENT DANS LES CRITERES ET LES METHODES DE RECHERCHE**

Les méthodes pratiquées pour rechercher les espèces à introduire ont-elles été modifiées ? Traditionnellement les espèces exotiques commencent par constituer des collections, dans des jardins d'acclimatation ou des arboretums, où

l'on observe leur réaction (taille vigueur...) sous le climat du lieu d'introduction. Il existe une grande variété de dispositifs depuis le jardin botanique jusqu'aux sites permettant de comparer les performances selon les provenances et les variétés, ce que décrit la typologie proposée par Jonas Verain (2010). En perte de vitesse dans les années 1980-1990, ces dispositifs ont retrouvé de l'intérêt grâce à la problématique du changement climatique. Ce renouveau explique les différentes réévaluations menées à l'Inra, à l'ONF ou en forêt privée (CNPF-IDF), dans le Réseau des arboretums publics, voire l'installation de nouveaux dispositifs (projet Reinforce à l'échelle européenne, concept d'arboretums du changement climatique® de la Société Forestière de la Caisse des Dépôts et Consignations).

Cette approche classique est puissamment appuyée et complétée en amont, pour la recherche systématique d'espèces intéressantes, et en aval, pour évaluer l'extension géographique des résultats à partir de ces sites tests grâce aux approches bioinformatiques de modélisation à partir des bases de données environnementales. Dans le contexte du changement climatique, la détermination statistique ou mécaniste de la niche climatique des espèces permet aussi bien d'éclairer les besoins potentiels d'introduction (en mettant en évidence le recul possible des espèces en place), que d'évaluer l'adaptation au climat futur d'espèces candidates provenant d'autres zones géographiques. Elle permet aussi de rechercher dans d'autres régions des climats analogues au climat attendu dans la zone d'introduction, afin de s'inspirer de la composition de leur flore.

Cette recherche d'espèces adaptées aux climats futurs oriente vers des espèces nouvelles, assez différentes du cortège des espèces retenues au cours des épisodes d'introduction antérieure. Après la recherche d'essences rustiques et faciles à propager, qui a donné aux pins (sylvestres, maritimes, noirs), après la recherche de résineux très productifs, qui a érigé le douglas en première essence de reboisement, les forestiers s'enquièreent d'espèces adaptées à des climats plus chauds et plus secs, notamment des espèces résineuses que réclament la filière bois. L'intérêt pour les résineux du bassin méditerranéen augmente donc : cèdres, sapins et pins méditerranéens. Grâce à l'ampleur latitudinale de son aire naturelle, le douglas reste en piste, mais les programmes d'amélioration génétique s'organisent pour fournir de nouvelles variétés, plus tolérantes à la sécheresse car issues des provenances méridionales de l'aire naturelle. Il faut rappeler toutefois que la productivité et la résistance à la sécheresse représentent des traits assez antagonistes, à l'échelle des grands gradients bioclimatiques, et qu'il faudra probablement accepter des compromis, en intégrant des composants comme les services écosystémiques liés aux couverts forestiers.

Cette présentation de l'historique du reboisement et de l'introduction des essences forestières, des motivations de cette introduction, des craintes qu'elle suscite, des méthodes qu'elle sous-entend, révèle des ruptures, mais aussi des continuités, et surtout un inévitable écho culturel dans chaque aspect de la question. Comment réfléchir aux enjeux à venir quand les uns associent « reboisement » ou

« introduction » aux vies sauvées par les opérations RTM et les autres aux milieux remarquables qu'altèrent les espèces invasives, et d'autres encore aux paysages de leur enfance submergés par les plantations de douglas ?

Il serait donc temps de conduire une étude pluridisciplinaire de la question. Une approche historique de l'introduction pourrait fournir à la fois une méthode et un cadre pour structurer l'état des connaissances sur les essais passés, et assurer la distance critique par rapport aux représentations actuelles. Une analyse des perceptions serait indispensable afin de ne plus occulter les dimensions socio-culturelles, symboliques et esthétiques. Il est urgent d'effectuer cette étude avant que des vagues de dépérissement n'entraînent des introductions désordonnées, mal comprises, mal acceptées et potentiellement vouées à l'échec.

## CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DEPERISSEMENTS FORESTIERS : CAUSES ET CONSEQUENCES

par Michel VENNETIER\*

La paléocologie, à travers l'étude des pollens, des charbons et des autres restes végétaux, des fossiles aussi, montre que les écosystèmes terrestres ont rarement été stables au-delà de quelques dizaines de millénaires au cours du quaternaire : périodes froides ou chaudes, sèches ou humides, ont alterné régulièrement. A chaque alternance, la végétation des régions actuellement tempérées a été plus ou moins bouleversée, passant souvent de l'état de steppe à celle de forêt plus ou moins dense, et vice-versa. Au sein même de ces forêts, les espèces dominantes se sont succédé en fonction de leur progression ou de leur régression en raison des variations de températures. La sensibilité de la composition des forêts au climat en fait un outil d'analyse rétrospective des climats à partir des plantes présentes et des arbres dominants. Les évolutions climatiques progressives, échelonnées sur des milliers d'années, répondent donc aux successions végétales.

Cependant, le changement climatique actuel, dont l'accélération est envisagée, est beaucoup plus rapide que les précédents. Seules quelques catastrophes majeures, comme l'impact de météorites ou l'explosion de volcans géants, ont laissé la trace à l'échelle continentale ou planétaire de pulsions plus violentes. L'échelle du changement évolue entre 2,5 et 7 ° de température moyenne annuelle en un siècle et devrait profondément modifier la composition forestière dans de nombreuses régions. Elle correspond à une migration des aires potentielles de répartition des espèces végétales de plusieurs centaines de kilomètres vers le nord et de plusieurs centaines de mètres en altitude (Badeau et al., 2005). Cette évolution va se produire sur un laps de temps inférieur à la longévité de la plupart des essences. On pourrait donc connaître des dépérissements massifs en limites méridionales des aires de répartition, le renouvellement naturel n'ayant pas le temps d'intervenir. Au cours d'évènements extrêmes comme la canicule de 2003 en Europe, on a constaté que les espèces fragilisées dépérissaient au nord de ces limites (Pauly and Belrose, 2005).

Par ailleurs, toutes les espèces animales et végétales sont touchées par ces modifications du climat et du milieu, et parmi elles les parasites, symbiotes et pollinisateurs des arbres. En France, le déplacement moyen de 2,7 à 5 km par an vers le nord depuis vingt cinq ans de la chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*) en est un exemple. Certains arbres pourraient s'adapter individuellement au changement climatique mais perdre des mycorhizes indispensables à leur nutrition, ou être détruits par des parasites envahissants

---

\* Cemagref, 3275 Route de Cézanne, CS 40061, 13182 Aix en Provence Cedex 5, Groupe de Recherche "Ecosystèmes Méditerranéens et Risques", michel.vennetier@cemagref.fr

inconnus jusque-là. Des maladies ou des parasites endémiques pourraient devenir épidémiques. Au contraire, une espèce mal adaptée pourrait se trouver dans un nouvel environnement symbiotique qui l'aiderait à survivre ou la rendrait plus concurrentielle. La prévision de l'ampleur et de la localisation des dépérissements forestiers est donc impossible actuellement.

## I - LES DEPERISSEMENTS FORESTIERS EN ACCROISSEMENT

Une bonne façon de se persuader de la réalité du risque futur des dépérissements forestiers est de mesurer l'évolution des mortalités au cours des dernières décennies, où le réchauffement climatique a été pourtant relativement faible: 0,6 à 1,2 °C (figure n° 1). En interrogeant les bases de données scientifiques avec les mots clefs "dépérissements des forêts" ou "mortalité forestière" (leurs équivalents et variantes en anglais), le nombre de cas recensés a plus que quadruplé en vingt cinq ans tendance en progression quasi-constante (Allen et al., 2010). Mais cette mesure est biaisée pour plusieurs raisons. D'abord, l'observation des forêts a considérablement progressé durant cette période, notamment à l'aide des satellites. De plus, le nombre de pays disposant de moyens significatifs de gestion forestière et de suivi a augmenté. Enfin, l'explosion démographique a étendu l'emprise humaine sur des territoires peu ou pas habités, et d'immenses surfaces de plantations industrielles, objets de toutes les attentions, ont remplacé des forêts naturelles jugées peu importantes au plan économique. Certains dépérissements de grande ampleur, aujourd'hui révélés, auraient passé inaperçus voici quelques dizaines d'années.

Ainsi, même en rapportant les statistiques aux pays dont les services forestiers sont anciens et fiables, le nombre de cas a plus que triplé. Pour autant, est-on en présence d'une tendance lourde et anormale, ou d'une fluctuation cyclique ?

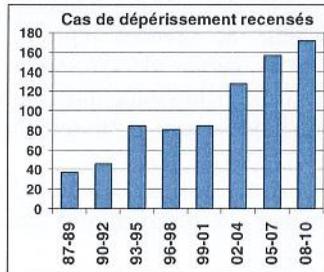


Figure n° 1 : Nombre de cas de dépérissements forestiers importants mentionnés dans la littérature scientifique au cours de la période 1987-2010.

## II - LES DEPERISSEMENTS DU PASSE

Maints dépérissements ont été signalés depuis la création des services forestiers européens au début du XIX<sup>e</sup> siècle. Les plus fréquents concernent le chêne pédonculé (*Quercus pedunculata*) en plaine, après des années de forte sécheresse (Delatour, 1983). Ils touchent à tour de rôle et de façon cyclique, tous les dix à vingt ans, l'Europe de la Russie à la France. Citons les plus importants : 1878, 1892-97, 1910-17, 1922-27, 1946-49, 1955-61, 1980-85. On retrouve des cas similaires depuis 1830 pour le sapin blanc (*Abies alba* L.) et dans une moindre mesure pour le pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.), aussi nombreux et aussi dus aux sécheresses dans les montagnes de Suisse, France et Allemagne. Dans quelques cas et sur des surfaces limitées, les gels tardifs suivant les hivers doux ont provoqué des mortalités significatives à l'échelle régionale, les arbres ayant été touchés en pleine sève (Devaux and Le Bourhis, 1978; Nageleisen, 1993). Quelques cas de mortalité massive liée à des parasites ont été rapportés comme la quasi-disparition des ormes européens à cause de la graphiose dans les années 1900 puis dans les années 1970 (Pinon and Feugey, 1994), et plus localement l'hécatombe des pins maritimes dans le Sud-Est de la France dans les années 1960 à 1970 à cause de la cochenille *Matsucoccus feytaudi* (Riom, 1994). Bien que ces cas soient liés à une introduction accidentelle du parasite par l'homme, ils illustrent le potentiel destructif d'une arrivée naturelle ou d'une explosion démographique d'un parasite sous l'effet du changement climatique.

Cependant, aussi loin que remontent les archives forestières, il n'existe aucune trace de dépérissements ayant l'ampleur actuelle. Curieusement, les archives plus anciennes, de l'an Mil à 1800 n'en mentionnent aucun, alors que les hommes dépendaient largement des forêts pour leur survie, leur chauffage, la cuisson des aliments et la nourriture. Les récits de sécheresses catastrophiques, canicules ou froids terribles responsables des grandes famines, ou de la destruction des vergers et des vignes à l'échelle de grandes régions (Sanson, 1945) ne mentionnent jamais la forêt. Seuls les cernes de croissance des arbres de ces époques, datés à l'aide des méthodes dendrochronologiques, témoignent de l'impact sur la forêt de ces événements climatiques, sans qu'il soit possible d'évaluer ces dépérissements.

Il semble donc que l'ampleur actuelle des mortalités constitue un fait nouveau. Comprendre ces phénomènes est indispensable pour évaluer le risque d'une poursuite de la tendance actuelle.

## III - LES MULTIPLES CAUSES DE DEPERISSEMENT DES FORETS

### *Association de malfaiteurs*

Les causes humaines et naturelles se retrouvent toujours associées dans les dépérissements anciens. Les plus fréquentes renvoient aux extrêmes climatiques (canicules, sécheresses, grands froids), à des maladies et aux parasites

(généralement des insectes et des champignons, mais parfois aussi des virus ou des bactéries), aux conditions pédologiques défavorables (trop pauvres, trop acides ou basiques, peu profonds, salins), aux pollutions (notamment à l'ozone depuis quelques dizaines d'années, mais aussi aux pollutions acides, fluorées, soufrées), aux incendies, et enfin aux erreurs de gestions (trop fortes densités, mauvais choix d'espèces ou de provenances, homogénéisation des peuplements sur de grandes surfaces, etc.).

De façon générique, il est habituel de les classer en trois catégories: les facteurs prédisposants, déclenchants et aggravants (figure n° 2a). Dans la première, on range les causes de fond qui fragilisent les arbres de manière chronique ou qui limitent leur capacité d'adaptation. Dans la deuxième, les événements ponctuels qui vont provoquer directement la mort ou l'affaiblissement des arbres. Dans la troisième, les facteurs qui vont achever les plus affaiblis. Un même facteur peut jouer un rôle différent suivant les circonstances, comme l'illustrent les exemples des figures n° 2b à n° 2e.

#### *Leçons à tirer des "pluies acides"*

Les dépérissements forestiers, en particulier celui des résineux, dont le sapin dans les montagnes de l'ouest de l'Europe dans les années 1976-1984 ont été imputés aux "pluies acides". Mais l'analyse détaillée de la croissance des arbres a montré que, contrairement aux idées reçues, ces arbres avaient poussé plus rapidement depuis le XIX<sup>e</sup> siècle (Becker et al., 1994). Les cernes de croissance montraient que les dépérissements ont été déclenchés par la sécheresse de 1976, et que cela a surtout touché les peuplements situés sur sols inadaptés ou à trop basse altitude, résultat d'erreurs dans la gestion passée. (Becker et al., 1990). La pollution devenant alors un facteur aggravant (figure n° 2b) pour des arbres affaiblis, qu'achevaient des insectes opportunistes.

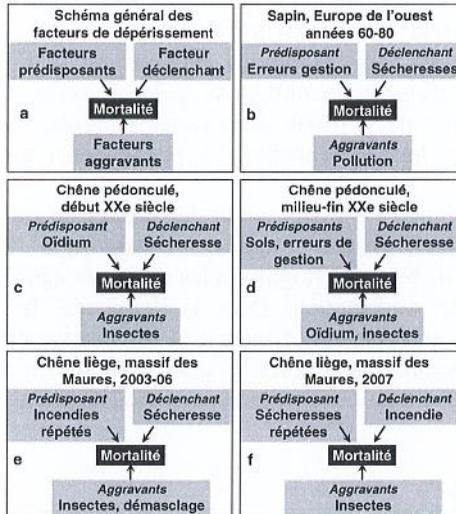


Figure n° 2 : Schéma général et exemples de conjonction de facteurs conduisant à la mortalité forestière.

### *Exemple du chêne pédonculé*

Apparu en France en 1907, l'oïdium du chêne (*Erysiphe alphitoides* Griffon & Maubl.) ravagea les peuplements, défoliant précocement les arbres et réduisant considérablement leur surface foliaire. L'affaiblissement général des peuplements qui en résulta est considéré comme l'un des principaux facteurs prédisposants (figure n° 2c). Il rendit les arbres sensibles aux sécheresses, lesquelles provoquèrent de graves dépérissements entre 1910 et 1930. Dans le Centre de l'Europe, des peuplements extrêmement denses ont dépéri après les sécheresses des années 1930-1950. L'erreur de gestion est manifestement le facteur prédisposant dans ce cas (figure n° 2d) : la concurrence excessive a affaibli les arbres sur le long terme, concurrence exacerbée en période de sécheresse.

En France, comme dans toute l'Europe, et depuis le XIX<sup>e</sup> siècle, c'est majoritairement sur des sols hydromorphes que ces dépérissements se sont produits. Le chêne pédonculé a une croissance plus rapide que le chêne rouvre quand l'eau n'est pas un facteur limitant. C'est pourquoi, lors des périodes climatiques favorables, cette essence s'impose dans les peuplements mélangés des deux espèces, qu'elle soit favorisée involontairement par les éclaircies ou par sa croissance rapide, ou volontairement installée par les forestiers qui espéraient accroître la productivité forestière. Mais le chêne pédonculé s'avère d'autant plus sensible à la sécheresse que son enracinement, qui ne supporte pas l'hydromorphie, reste superficiel. Dans ce cas, le sol inadapté et les erreurs de gestion associées constituent des facteurs prédisposants (figure n° 2d). Dans tous les cas anciens ou récents, la mortalité des

chênes est accentuée et accélérée par des maladies et des insectes qui s'attaquent aux racines ou au tronc des arbres moribonds. L'oïdium fait alors partie des facteurs aggravants. Il en va de même des pourridiés (*Armillaria spp.*), champignons détruisant les racines, bien que l'infection chronique des arbres dans certaines régions soit parfois classée dans les facteurs prédisposants.

#### *Incendies et sécheresses répétés*

Le cas du chêne liège illustre ces effets conjugués en région méditerranéenne (Venetier, et al. (49 co-auteurs) 2008).

A la suite d'un incendie, le chêne liège a la particularité de rejeter non seulement de la base, mais aussi du tronc et des grosses branches, que protège une écorce liégeuse épaisse et thermiquement très isolante. Après les grands incendies de 2003 dans les Maures, violents et dans des conditions extrêmes de sécheresse et de canicule, les houppiers de chêne liège ont rejeté à 95 %. Mais cette région a subi quatre années successives de fortes sécheresses. Les rejets développés depuis 2003 ont dépéri à partir de 2006. Cette mortalité, qui a atteint 40 à 75 % des arbres, s'est accentuée jusqu'en 2008. Elle a été d'autant plus forte que la zone avait subi des feux répétés au cours des cinquante ans précédents. Cette fréquence constitue un facteur prédisposant qui affaiblit les peuplements (figure n° 2e). Elle a diminué la taille moyenne des arbres et des branches, leur vigueur, l'épaisseur et les qualités physiques et chimiques du sol en raison de la combustion de la matière organique et de l'érosion répétée. Elle a aussi réduit l'épaisseur du liège, partiellement brûlé, et l'a localement entamé, créant des brèches thermiques au niveau desquelles les assises génératrices ont été tuées par le dernier feu. Enfin, certains troncs ont été partiellement calcinés à la base au niveau de blessures anciennes où le bois était mort.

Dans les zones brûlées en 2007, la mortalité des arbres a atteint près de 50 % et les rejets de houppiers n'ont pas dépassé 20 %, contre 95 % en 2003. La répétition des sécheresses constitue le facteur prédisposant qui affaiblit durablement les arbres, les rendant très sensibles à l'incendie, facteur déclenchant (figure n° 2f). Dans tous les cas, des insectes, et parfois des méthodes inadéquates de prélèvement du liège (démasclage) ont achevé les arbres. Dans ces milieux méditerranéens, c'est l'ensemble de l'écosystème qui a souffert de la conjonction entre sécheresses répétées et incendies fréquents, les mêmes phénomènes concernant d'autres espèces animales et végétales

### **III - LES TYPES DE DEPERISSEMENTS ET LEURS CAUSES**

#### *Dépérissement des arbres*

Pendant les accidents climatiques, trois causes de mortalité interviennent :

- Mort de chaud

Pour les espèces de montagne ou de sous-bois, peu habituées aux fortes températures et aux insulations, les premiers symptômes sont des brûlures de la cuticule des feuilles ou des aiguilles. La conjonction d'une canicule et d'une forte insolation fait monter la température de leur surface au-dessus de 43°C, seuil létal pour les tissus de ces espèces. Le risque est d'autant plus grand que le manque d'eau ne permet plus à la plante de réguler cette température par évapotranspiration. Lorsqu'une part importante de l'appareil foliaire est détruite, la plante peut mourir. C'est ainsi que l'on a vu rougir en quelques semaines des pins sylvestres de basses altitudes en région méditerranéenne pendant l'été 2003.

- Mort de soif

La deuxième cause qui agit rapidement est le manque d'eau, qu'il résulte d'un déficit de pluie ou d'un déséquilibre entre la ressource et la consommation de la plante du fait d'une chaleur excessive. Lorsque ces besoins ne sont plus assurés, la dépression dans les vaisseaux conducteurs de sève atteint un seuil critique propre à chaque espèce et, au sein de chaque espèce, à chaque individu. Survient alors une "cavitation", apparition de bulles d'air dans les vaisseaux, qui perturbent la circulation. Les feuilles et les branches n'étant plus alimentées, leur mort se produit en peu de temps. La cavitation est parfois réversible si elle est de courte durée. Dans les cas extrêmes, certains vaisseaux implosent et sont définitivement hors service. Les espèces ont deux stratégies différentes pour limiter cela : résistance ou évitement. Dans le premier cas, les vaisseaux résistent à la cavitation, grâce à leurs faibles diamètres et à leurs parois épaisses. Cette stratégie vaut surtout contre les stress de courte durée car elle permet de maintenir la photosynthèse et donc la production de ressources énergétiques. Elle est par contre dangereuse quand les stress durent puisqu'elle épuise vite les ressources en eau du sol. Dans le deuxième cas, les végétaux ferment leurs stomates dès qu'un stress hydrique apparaît, ce qui limite leur consommation d'eau, et préserve les réserves du sol et leurs propres réserves. Cette stratégie est efficace contre les stress prolongés d'intensité faible ou moyenne. Mais, ce faisant, ils arrêtent aussi la photosynthèse et donc la production de ressources énergétiques. Ils s'exposent donc à un affaiblissement durable.

- Mort de faim

Lorsque des stress trop intenses ou trop prolongés empêchent les arbres de produire des réserves carbonées, la plante utilise ses ressources internes, dont les quantités sont variables. Après une forte sécheresse ou une canicule, elle essaye de reconstituer sa surface foliaire, mais cela prend un ou deux ans. Subsiste ainsi un déficit entre les besoins de la plante et sa production. Ce phénomène est accentué par les parasites (insectes, champignons) et par les maladies opportunistes, qui attaquent les plantes affaiblies au niveau des racines (Guillaumin et al., 1983) ou des tiges. Ceux-ci réduisent encore plus le prélèvement d'eau dans le sol ou la circulation de la sève. Lorsque la plante a épuisé ses réserves, elle meurt de faim, ne pouvant plus fabriquer de nouveaux tissus. Les symptômes sont en général une mortalité brutale au printemps juste après le débourrement, ou même une absence de

débourrement printanier. Chez les arbres sempervirents, les déficits de ramification en périodes de stress et le faible nombre de feuilles ou d'aiguilles produites, ainsi que la petite taille de ces dernières, peuvent prolonger le déficit foliaire trois à huit ans après l'accident (Vennetier et al., 2010) ; ils contribuent ainsi à ce type de dépérissement différé. Dans le cas des chênes, il est classique que la mortalité survienne entre trois et six ans après la sécheresse (Nageleisen, 1993). Celle de 1976 a produit ses effets entre 1978 et 1983, celle de 1989 entre 1992 et 94, celle de 2003 entre 2007 et 2010. En Suisse, de fortes mortalités chez le pin sylvestre ont pu être reliées à des sécheresses antérieures de dix ans (Bigler et al., 2006).

- Mort de froid

Les dégâts de gel qui détruisent les assises génératrices et conductrices peuvent donner des résultats semblables aux sécheresses extrêmes, car ils empêchent ou réduisent également la circulation de la sève. Les grands froids de 1929, de 1956 et de 1985 ont laissé des trouées dans de nombreux peuplements. Si l'année 1956 a été particulièrement meurtrière dans le Sud-Est de la France, c'est que ce coup de gel du début février a suivi un mois de janvier anormalement chaud qui avait permis à la végétation méditerranéenne, très réactive, de débourrer.

- Mort par agression

Jusqu'à une époque récente, les insectes xylophages, étaient considérés comme des facteurs essentiellement aggravants, achevant des arbres affaiblis. On sait maintenant, qu'après des tempêtes ou de grands verglas, les pullulations de scolytes détruisent des peuplements sains, en bordure des zones touchées. Leur présence impose une lutte rapide, mais les forestiers ont plus ou moins contrôlé ces explosions démographiques qui occasionnent des dégâts durant un à trois ans. Depuis 2004, certaines populations d'insectes échappent à tout contrôle, même en absence d'accident, et causent les plus grands dépérissements jamais observés d'un seul tenant, dans le Nord-Est du Canada (cf. & 4). Ces pullulations s'expliquent par le changement climatique : le manque de froid en hiver permet la survie généralisée de populations jusque-là décimées par le gel, leur reproduction devenant exponentielle par multiplication des générations durant une saison de végétation très allongée. Dans ces conditions, même les arbres les plus vigoureux succombent sous le nombre des agresseurs.

### *Dépérissement des sous-bois*

Si les arbres ont beaucoup souffert des accidents climatiques de 2003 en France et des nombreuses sécheresses et canicules dans le monde depuis quinze ans le reste de la flore est également très affecté. En Provence, le climat de la période 1998-2008 a été anormalement chaud et sec, reproduisant ce que les scénarios climatiques prédisaient pour les années 2040-2050. Le suivi des placettes permanentes a démontré que 15 % de la flore avait changé, et que cette transformation était due au changement climatique (Vennetier and Ripert, 2009) : multiplication des espèces thermophiles et xérophiles, disparition de nombreuses espèces mésophiles (figure n° 3). Au sein d'une forêt, c'est donc l'ensemble de la

flore qui est touchée par les dépérissements, et pas seulement les arbres. Les changements floristiques et mortalités ont été d'autant plus marqués que les conditions stationnelles locales étaient bonnes (fonds de vallons, versants frais, altitudes élevées et sols profonds à bonne réserve hydrique) ce qui est contre intuitif. En fait, le déficit hydrique d'origine climatique (combinaison chaleur/sécheresse) a été tel au cours de ces années que sa compensation n'a plus été assurée, même dans les stations les plus favorables (Venetier and Ripert, 2010). Un seuil critique a été franchi.

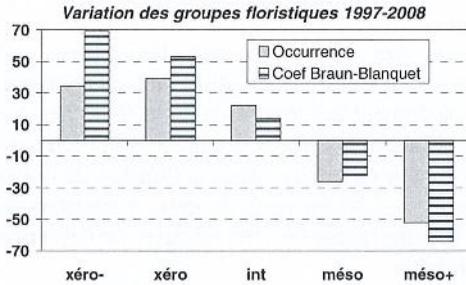


Figure n° 3: Variation en 10 ans de la somme des occurrences et des coefficients de Braun-Blanquet pour la flore de 50 placettes permanentes de Provence. Plantes classées en 5 groupes suivant leur adaptation à la sécheresse et à la chaleur: méso+ = plantes les plus exigeantes en humidité et fraîcheur, méso = plantes demandant de l'humidité et de la fraîcheur, int = groupe intermédiaire, xéro = plantes supportant les sécheresses habituelles et fortes températures, xéro-: plantes les plus résistantes aux sécheresses fortes et canicules.

### *Seuils de dépérissement et incendies*

De façon générale, les dépérissements forestiers rapportés dans le monde ne constituent pas un phénomène progressif mais souvent un phénomène de seuil. Il peut être établi pour chaque essence ou pour chaque groupe d'essences forestières dans un contexte géographique donné (figure n° 4). A cause du changement climatique, ce seuil est dépassé de plus en plus souvent dans maintes régions. Le risque est qu'à terme la plupart des années soient au-delà de ce seuil. Même lorsque les pluies ne diminuent pas, l'accroissement de la température et de la durée de la saison de végétation est suffisant pour allonger les périodes de stress ou par en créer quand il n'y en avait pas. Ces seuils peuvent correspondre aussi non pas à une limite de résistance des arbres, mais à une limite de prolifération des maladies et des parasites, comme en témoignent les grandes pullulations actuelles de scolytes en Amérique du Nord.

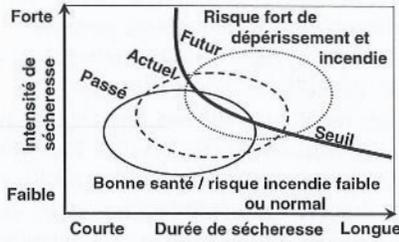


Figure n° 4 : Evolution des risques de dépérissement et d'incendie en fonction de la durée et de l'intensité de la sécheresse, rapporté aux écosystèmes forestiers actuels. En trait plein: enveloppe des variations du climat passé. Pointillé large: climat actuel Pointillé fin: climat 2070-2100. (d'après Allen et al, 2008)

Par ailleurs, l'accumulation de biomasse sèche dans les forêts stressées, progressivement ou au cours des dépérissements massifs, entraîne un risque accru d'incendie, même sous forte sécheresse et à fortiori s'il y a sécheresses récurrentes. Les plus grands incendies en Europe de l'Ouest en 2003, en Grèce et en Californie en 2007, en Australie en 2009, en Russie en 2010 se sont tous produits en période de canicule plus qu'en raison de la sécheresse. Les mêmes phénomènes s'observent en forêts tropicales humides. Les incendies risquent donc de modifier les écosystèmes davantage que le changement climatique lui-même, et l'interaction feu-sécheresse davantage que les effets séparés du feu et des sécheresses.

#### IV – LES CAS DE GRANDS DEPERISSEMENTS FORESTIERS

Plus de deux cents cas de grands dépérissements sur des surfaces allant de quelques dizaines de milliers à plusieurs millions d'hectares ont été relatés au cours des quinze dernières années. Si l'Amérique du Nord et l'Europe avec plus de cinquante cas chacune sont les plus touchées, aucun continent et aucun type de forêt n'y échappe. Il peut s'agir soit de dépérissements massifs, d'un seul tenant, soit d'une mortalité plus insidieuse mais sur grandes surfaces. Nous rappelons les cas les plus représentatifs.

En Australie, plusieurs centaines de milliers d'hectares d'Eucalyptus ont été ravagés avec, dans l'Est et le Sud du continent, des mortalités variant de 40 à 100 %. En Afrique, les cédraies de l'Atlas ont perdu 80 % à 15 % de leurs peuplements suivant un gradient sud-nord, certains peuplements en limite du Sahara ayant même disparu. Des fortes mortalités ont aussi été enregistrées dans les forêts claires et les savanes arborées de la zone soudano-sahélienne. En Amérique du Sud et Centrale, on enregistre des mortalités diffuses mais à grande échelles dans les forêts de montagne, par exemple pour les *Nothofagus* dans le nord de la Patagonie. Le suivi de placettes permanentes en Amazonie a montré que la mortalité de fond avait doublé en vingt ans, passant de 1 à 2 %, et qu'elle touchait surtout les arbres

émergeants, les lianes, les palmiers et le sous-étage étant moins sensibles. L'ambiance forestière en est modifiée et le cycle du carbone perturbé.

En France, les forêts de pin sylvestre et de sapin du sud des Alpes ont payé un lourd tribut à la canicule de 2003 et aux sécheresses qui ont suivi. En Espagne, la situation fut pire dans les montagnes du Sud, où des dizaines de milliers d'hectares sont morts, mettant à nu des pans entiers de terrains. Plus généralement, la canicule de 2003 a conduit au dépérissement diffus de plusieurs millions d'arbres, et ses conséquences indirectes sont encore perceptibles en 2010 dans certaines chênaies de plaines et dans les pinèdes de montagne. La quantité de carbone réémise du fait de cette année exceptionnelle correspond à ce que la forêt européenne fixe habituellement en trois ans. Des phénomènes identiques se sont produits ces dernières années, notamment en Chine et en Corée, où les pinèdes de basse et moyenne altitude ont été endommagées. En Amérique du Nord, trois causes principales ont provoqué la disparition de plus de 25 millions d'hectares en moins de dix ans. Les canicules, dont celle de 2002, ont détruit en quelques mois 4 millions d'hectares au Nouveau-Mexique et dans le sud des Rocheuses, et 2 millions d'hectares dans le centre du Canada, notamment des peupliers-trembles. Les proliférations de scolytes ont anéanti 15 millions d'hectares dans l'Ouest canadien. Bien que ces dégâts soient d'origine climatique (manque de froid en hiver pour contrôler les populations), ils sont aussi largement imputables au mode d'exploitation qui y domine depuis un siècle: les gigantesques coupes à blanc sans effort de régénération d'une forêt mélangée ont conduit à des millions d'hectares mono ou bi-spécifiques et équiennes, de structure totalement régulière à l'échelle de surfaces vastes comme la France: un paradis pour les parasites !!! Dernière cause de mortalité massive touchant actuellement des millions d'hectares dans les forêts boréales de l'Amérique et de la Russie: la fonte superficielle du permafrost, qui transforme les sols en boue liquide : impossible pour les arbres de résister au vent ou même à leur propre poids avec des racines très superficielles qui s'ancrent dans ce qui ressemble à des sables mouvants. Dans ce qu'on appelle de façon imagée les "forêts ivres", ils tombent en désordre et meurent déracinés, formant un entrelacement impénétrable qui rend la vie impossible aux bêtes comme aux hommes.

Le risque de grands dépérissements forestiers s'est multiplié dans le monde. La plupart de ceux qui ont été observés depuis quinze ans, où ils ont été multipliés par trois, résultent du changement climatique, avec des sécheresses et des températures trop élevées, en été comme en hiver. Les scénarios du climat futur font craindre que ces phénomènes s'amplifient davantage. Les incendies qui accompagnent changements climatiques et dépérissements forestiers devraient en aggraver les conséquences écologiques.

**DEUXIÈME PARTIE**

**GERER LA SITUATION ACTUELLE**



**LES MODIFICATIONS CLIMATIQUES EN LORRAINE : EXEMPLES  
TIRES DES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES DEPUIS LE  
XVII<sup>e</sup> SIECLE**

*par François LORMANT\**

Depuis quelques années, nous constatons l'augmentation constante des catastrophes naturelles, présentées comme un effet du réchauffement climatique. Historien du droit et non climatologue, il ne nous est pas possible de prendre parti dans le débat sur la véracité de ce réchauffement, mesurable sur plusieurs centaines, voire milliers d'années : il ne nous appartient pas de commenter le débat entre M. le ministre Allègre et ses opposants. Il semble pourtant néanmoins que la température moyenne tende à augmenter. Nous assisterions donc à un réchauffement climatique général, naturel, qui s'accélérait depuis le XIX<sup>e</sup> siècle. Certains auteurs l'attribuent au développement industriel, et donc à l'augmentation de la pollution ; d'autres à l'explosion démographique, à l'urbanisation...

Les données climatiques existent depuis le début de la météorologie comme science au cours du XVII<sup>e</sup> siècle<sup>1</sup>, mais il existe des données littéraires ou mythologiques, outre celles qui sont tirées des glaces polaires au travers des poussières volcaniques ou des types de pollen. Les statistiques fournissent également des informations. Au XVIII<sup>e</sup> et au XIX<sup>e</sup> siècles, elles permirent « d'approfondir l'étude des forces, des richesses, des besoins et des ressources de l'État »<sup>2</sup>. Les souverains commandaient ainsi aux intendants de la province des rapports sur l'état de leurs généralités, qui en recensent la situation économique, démographique et fiscale, cas de l'exemple du recensement de 1708 demandé en Lorraine par le duc Léopold<sup>3</sup>.

---

\* Ingénieur de recherches (HDR) – CLHD (EA 1142), Nancy Université

<sup>1</sup> Inventée durant l'Antiquité par les Grecs (le terme « météorologie » est donné par Aristote en 350 avant JC.), elle tombe en désuétude jusqu'en 1607 et l'invention par Galilée du thermoscope : l'ancêtre du thermomètre.

<sup>2</sup> Extrait de l'arrêt de Son Excellence le ministre de l'Intérieur Champagny, le 26 floréal an XIII. Cité par Jean-Loup THIRY, *Étude sur le mémoire statistique du département de la Meurthe par le préfet Marquis. Contribution à l'histoire des sources de l'époque intermédiaire*, Mémoire pour le diplôme d'études supérieures, Nancy, 1956, p. 9.

<sup>3</sup> Léopold, (1690-1729). Fils du duc Charles V, mari de la nièce de Louis XIV Elisabeth-Charlotte d'Orléans. Il révisé les vieilles coutumes de Lorraine et fait publier le Code Léopold. Il développe les industries du sel, du fer, de la faïence, du verre. Il fait bâtir à Lunéville, par l'architecte Germain Boffrant, un élève de Mansart, un palais plus digne de son règne que le petit palais ducal de Nancy.

La loi du 28 pluviôse an VIII (17 février 1800)<sup>4</sup> sur l'administration locale crée les préfets des départements, que d'aucuns qualifient d' « empereurs aux petits pieds »<sup>5</sup>. Une de leurs fonctions est de renseigner le pouvoir central sur la situation départementale. Ils répondent donc aux enquêtes administratives lancées par celui-ci. C'est le cas avec l'enquête statistique menée entre l'an VIII et l'an X, pour établir une Statistique générale de la France<sup>6</sup>. Conformément à l'époque, la statistique est « cette partie de l'économie politique qui approfondit exclusivement de toute autre l'étude des forces, des richesses, des besoins et des ressources de l'État. Elle développe dans leur ensemble et dans leurs plus petits détails, les éléments qui composent la propriété du Gouvernement et le bonheur des peuples »<sup>7</sup>.

Les résultats de ce travail mené dans la Meurthe constituent le Mémoire statistique de la Meurthe, rédigé par le préfet Marquis en l'an XIII<sup>8</sup>. Cette « photographie » du département montre une connaissance approfondie en géographie, agriculture, industrie et situation des habitants. Elle révèle les nombreuses particularités forestières en Lorraine<sup>9</sup>. Ce bilan est plus complet que celui des autres préfets, notamment ceux de la Moselle<sup>10</sup> ou des Vosges<sup>11</sup>. Parmi ces développements, Marquis publie le « recueil des températures et des précipitations

<sup>4</sup> Loi du 28 pluviôse an VIII (17 février 1800) sur la division du territoire français et l'administration. Jean-Baptiste DUVERGIER. Collection complète des Lois, Décrets, Ordonnances, Règlements, ... Paris, 1834, chez A. Guyot et Scribe Libraires Éditeurs. Tome XII, pp. 78-116.

<sup>5</sup> ... « dans le département, le préfet est un empereur aux petits pieds » GODECHOT, Jacques. Les institutions de la France sous la Révolution et l'Empire. Paris, PUF, 1968, p. 511.

<sup>6</sup> À peine installés, ils reçoivent de Chaptal plusieurs circulaires -des 1er germinal (22 mars 1800) et 25 germinal an VIII (15 avril 1800)- qui forment un questionnaire très précis sur leur département. Les préfets sont chargés de s'enquérir des causes de l'augmentation de la population, de la situation des ressources naturelles, industrielles, agricoles, «... pour former un corps complet de tous les renseignements recueillis et donner enfin à la Nation la connaissance exacte de ses richesses et de ses ressources ». Ils doivent en outre relever les modifications apportées par la Révolution, pour « fixer le point où la France en était avant, comparé à celui où il est aujourd'hui ».

<sup>7</sup> Extrait de l'arrêté de son excellence le ministre de l'intérieur Champagny, le 26 floréal an XIII. Cité par Jean-Loup THIRY, op.cit., p. 9.

<sup>8</sup> Jacques-Joseph MARQUIS. Mémoire statistique du département de la Meurthe, adressé au Ministre de l'intérieur, d'après ses instructions. Paris, Imprimerie Impériale, An XIII. 231 pages.

<sup>9</sup> François LORMANT, « Les forêts vosgiennes sous l'Empire : aperçu de la situation dans la Statistique du département des Vosges », L'Empire dans les Vosges et à Plombières, actes des Journées d'Études vosgiennes, Plombières, 25 et 26 septembre 2004, Mirecourt, Imprimerie de la Plaine, 2005, pp. 149-168.

<sup>10</sup> COLCHEN. Mémoire statistique du département de la Moselle, adressé au Ministre de l'intérieur, d'après ses instructions. Paris, Imprimerie Impériale, An XI. 198 pages.

<sup>11</sup> Zacharie Henry DESGOUTTES. Tableau Statistique du département des Vosges. Paris, Imprimerie des sourds muets, An X, 111 pages.

constatées à Nancy et dans le département de 1766 à 1801 »<sup>12</sup>, soit une période continue de trente cinq ans.

## I - LES TEMPERATURES EN LORRAINE DE 1766 A 1801

Les relevés annuels indiquent les températures, maximum et minimum :

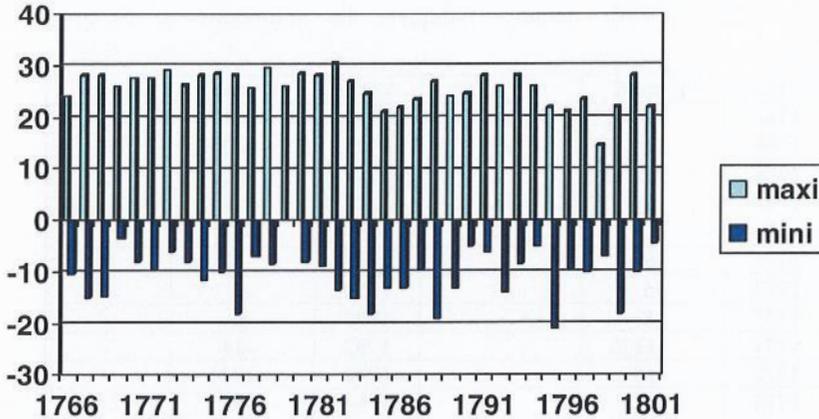
Année	T° mini	T° maxi	Année	T° mini	T° maxi
1766	-10 ¾	24	1784	-18	24 ½
1767	-15 ¼	28	1785	-13 ½	21
1768	-14 ½	28	1786	-13	22
1769	-3 ½	26	1787	-9 ½	23 ½
1770	-8	20 ½	1788	-19	27
1771	-9 ½	27 ½	1789	-13 ¼	24
1772	-6	29	1790	-5	24 ½
1773	-8	26 ½	1791	-6	28
1774	-11 ½	28	1792	-14	28
1775	-10	28 ½	1793	-8 ½	28
1776	-18	28	1794	-5	26
1777	-7	25 ½	1795	-21	22
1778	-8 ½	29 ½	1796	-9 ½	21
1779	<i>pas de données</i>	26	1797	-10	23 ½
1780	-8 ½	28 ½	1798	-7	14 ½
1781	-9	28	1799	-18	22
1782	-13 ½	30 ½	1800	-10	28
1783	-15 ¼	27	1801	-4 ½	22
1784	-18	24 ½			

Les températures varient ainsi l'hiver entre -3,5° (1769, l'hiver le plus doux) et moins -21° (1795, l'hiver le plus froid), soit une moyenne de -10,9°, et 14,5° (1799, l'été le plus frais) et 30,5° (1782, l'été le plus chaud), soit une moyenne de 25,4°. C'est loin de la canicule de l'été 2003 : 35° dans plus des deux tiers de la France ; plus de 40° dans 15 % des villes ; 42,6° à Orange ; plus de 40° à Auxerre pendant sept jours consécutifs. La vague de chaleur tua 15 000 personnes en France et 30 000 en Europe. Remarquons toutefois que les températures maximales relevées entre 1766 et 1801 sont souvent inférieures de 10° à celles d'aujourd'hui. Est-ce dû à la différence de méthode dans les relevés ? Ou le fait du réchauffement

<sup>12</sup> « Recueil d'observations météorologiques faites à Nancy à diverses reprises, depuis 35 ans, par des médecins de ladite ville », Mémoire statistique du département de la Meurthe, pp. 89-98.

climatique ? En tout cas, la température maximale relevée en 1798, + 14,5 ° semble bien fraîche, et n'est corroborée par aucun phénomène particulier.

Les variations de températures estivales et hivernales apparaissent plus nettement sur le graphique suivant :



Entre 1766 et 1801, Marquis note des printemps frais et plutôt humides, des étés chauds mais pluvieux, des automnes très humides et venteux et des hivers généralement humides et froids. Terre viticole, la Lorraine compte des vignobles : ils couvrent les coteaux du Toulinois de la Meuse et la vallée de la Moselle. Le vignoble de Toul a d'ailleurs obtenu l'AOC en 1999. Une première conséquence des variations climatiques annuelles apparaît dans le calendrier des vendanges : elles débutent entre le 24 août 1796 (7 fructidor an IV) et le 18 octobre 1787. En fait, elles commencent 11 fois en octobre, 6 fois en septembre et une seule fois en août. Or, en 2010, les vendanges ont démarré le 8 octobre dans le vignoble toulinois, comme au XVIII<sup>e</sup> siècle, même si les impératifs gustatifs et qualitatifs ont évolué depuis lors.

## II - LES EVENEMENTS CLIMATIQUES DE 1766 A 1801

Entre 1766 et 1801, survinrent plusieurs « événements climatiques notables », inondations et grêles sans parler d'autres catastrophes météorologiques majeures.

### *Les événements climatiques*

Les relevés effectués mentionnent les inondations qui ont affecté la Lorraine en juillet 1766, en septembre 1768 et pendant les hivers 1772 et 1775. En 1767, Marquis précise qu'il y en eut trois en juin, en octobre et en novembre. Enfin,

les 25 et 26 octobre 1778, une « inondation prodigieuse fait des dégâts immenses dans toute la Lorraine ». Mais on ignore leur ampleur, leurs durées et leurs causes. Les inondations hivernales correspondent certainement à la fonte des neiges sur le Massif vosgien. Celles de septembre et d'octobre, résultant sûrement des précipitations locales qui ont fait déborder ruisseaux et rivières. Cependant rien n'est dit quant aux dégâts occasionnés, hormis pour l'inondation de 1778.

La Lorraine subit aussi des épisodes de grêle : pendant la récolte de 1771, le 10 octobre 1773 ou encore le 21 avril 1780. Le 30 juillet 1779, « il tomba à Nancy une grêle dont les moindres grains étaient de la grosseur d'une noix et beaucoup de celle d'un œuf ». Cependant, là encore, les dégâts subis sont omis.

D'autres événements climatiques surviennent : les « catastrophes climatiques ».

### *Les catastrophes climatiques*

Dans le corpus disponible, la Lorraine supporte des « ouragans »<sup>13</sup> le 20 mai 1775 ou le 31 décembre 1778. Remarquons la similitude avec les tempêtes Lothar et Martin de fin décembre 1999. Ses ravages furent être notables, mais ils sont passés sous silence notamment ceux qui touchèrent la forêt. Il est possible qu'en raison du taillis-sous-futaie, les tourbillons n'aient pas ouvert de tranchées et laissé des chandelles et des amas de chablis.

Un autre phénomène aérologique est signalé : en 1783, « l'horizon, depuis le 11 juin jusqu'à la fin d'août, parut constamment couvert d'un brouillard très sec, qui s'élevait peu dans l'atmosphère, mais que les plus grands vents ne dissipaient pas ; il permettait de fixer le soleil et lui donnait une couleur de sang ». Une conséquence de l'éruption du volcan islandais du 8 juin 1783<sup>14</sup> ?

---

<sup>13</sup> Selon le TLF (Trésor de la Langue Française, <http://atilf.atilf.fr/tlf.htm>) : OURAGAN, subst. masc. Forte tempête caractérisée par des vents d'une grande violence ; en partic., par des vents opposés formant des tourbillons. Synon. cyclone, tornade, typhon. Ces tempêtes, appelées aux Indes ouragans, et typhons à la Chine, arrivent tous les ans vers les solstices, (...) elles font les plus grands ravages sur la terre comme sur mer. CLIMATOL. Vent de force 12 de l'échelle de Beaufort et dont la vitesse dépasse 58 nœuds. Un ouragan met en jeu des vents encore plus violents (plus de 90 km/h) [que lors d'une tempête] (GEORGE 1970, p. 438).

<sup>14</sup> Les huit mois d'émission de gaz sulfurique provoquèrent une des plus importantes perturbations climatiques et sociales du dernier millénaire. L'éruption aussi connue sous le nom de Skaftáreldar (« feux de la rivière Skaftá ») ou Síðueldur, produisit environ 15 km<sup>3</sup> de lave basaltique. On estime que des fontaines de lave ont atteint des hauteurs de 800 à 1 400 mètres. Au Royaume-Uni, l'été de 1783 est connu comme l'« été de sable » à cause des pluies de cendres.

L'événement le plus déconcertant reste la trombe<sup>15</sup> du 30 juillet 1779, décrite avec précision, tout comme ses effets dévastateurs : « une trombe, phénomène extraordinairement rare en Lorraine, s'éleva près de la Moselle sous la forme d'une haute tour noire, du sommet de laquelle sortait un feu sombre ; elle passa la rivière à Bayon, emporta les toitures d'un village à deux lieues de là, déracina de gros arbres sur sa route, et disparut après avoir desséché une grosse mare ». Tempête cataclysmique souvent associée à la colère céleste, la trombe survient en « saison chaude », ici le mois de juillet. Pourtant, comparée à d'autres années, 1779 n'est pas la plus chaude, puisque la température n'a pas dépassé les 26°, alors qu'elle était de 29,5° l'année d'avant, et de 28,5° la suivante. Les dégâts indiqués concernent uniquement le déracinement des gros arbres.

Enfin, plusieurs épisodes neigeux exceptionnels sont signalés. Ainsi, Marquis relate que « du 27 décembre 1783 au 27 février 1784, la terre a été couverte de neige à une épaisseur de 15 pouces, ce qui ne s'était pas vu dans ce climat de mémoire d'homme ». Il y a encore eu de la neige du 26 novembre 1787 au 20 janvier 1788. Enfin, il a neigé le 20 mai 1775 et en juillet 1790, « il est tombé plus d'eau que pendant cinq mois de l'hiver précédent ».

Phénomènes exceptionnels à nos latitudes, les observations météorologiques relatent des aurores boréales<sup>16</sup> visibles les 9 et 13 février 1779 ; trois autres furent observées en avril 1783, celle du 29 avril étant « mêlée d'éclairs, quoique le ciel fut sans nuage », et la dernière le 29 mars 1786. Remarquons ici qu'elles se concentrent sur une période de sept ans. Il est probable que ce qui est considéré comme aurores boréales seraient des orages en haute altitude<sup>17</sup>...

Également, le 4 mars 1798 (14 ventôse an VI), « on a ressenti à Nancy une secousse de tremblement de terre ». Enfin, le 8 mars 1798 (18 ventôse an VI),

---

<sup>15</sup> Selon le TLF (Trésor de la Langue Française) : TROMBE, subst. fém. A. CLIMATOL. Phénomène orageux qui se manifeste sous la forme d'une colonne nuageuse (ou liquide) animée d'un violent mouvement tourbillonnaire. Synon. cyclone, siphon (vieilli), tornade, typhon. Trombe effroyable, énorme, épouvantable, furieuse, hurlante, rageuse. Un coup de vent, qu'on l'appelle trombe, comme en Europe, ou typhon, comme en Chine, est de tous les temps (HUGO, Rhin, 1842, p. 443). Le déterm. désigne un phénomène météor. : Trombe de grêle, de pluie, de sable, de vent. À chaque instant une nouvelle trombe de poussière passait sur l'oasis et venait s'abattre sur la ville (FROMENTIN, Été Sahara, 1857, p. 194). Syn. de Trombe d'eau. Averse torrentielle. Synon. cataracte, déluge.

<sup>16</sup> Selon le TLF : Aurore boréale ASTRON. [En parlant d'étoiles, de phénomènes célestes] Qui se situe, qui se produit dans la portion du ciel visible au-dessus du Pôle Nord. Arc de lumière apparaissant dans l'atmosphère polaire, en particulier au Pôle Nord, lors de la projection d'électrons d'origine solaire. SYN. de météore : Les météores lumineux, tels que les arcs-en-ciel, les aurores boréales, etc., que la météorologie classe et explique.

<sup>17</sup> Il y a peut-être également une confusion entre les termes « aurores boréales » et « météores », cf. lexique !

« un météore<sup>18</sup> lumineux en forme de globe a paru à quatre lieues de distance à l'est de Nancy ; lorsqu'il a disparu, on a ouï une forte explosion qui a fait craindre un incendie, quoiqu'il fut prodigieusement éloigné<sup>19</sup> ». Peut-on associer ces phénomènes, à savoir que la chute du météore aurait causé tant de fracas que l'observateur en aurait conclu à un tremblement de terre, confondant les dates des événements ?

### III – CONSEQUENCES DES PHENOMENES NATURELS

Les événements intervenus entre 1766 et 1801 eurent maintes conséquences. Si les dégâts aux arbres, aux forêts et aux habitations sont rarement cités, les êtres vivants subissent les effets des variations de températures, des précipitations ou des sécheresses.

#### *Concernant les animaux*

Nous relevons trois mentions : en 1774 : les vers, les chenilles et les hannetons infestent les vergers ; en 1776 : juin, une prodigieuse quantité de souris dans les champs et de sauterelles dans les prairies ; en 1788 : les abeilles n'ont presque point donné d'essaim ni de miel.

Les deux premières renvoient au climat : un hiver tempéré, un printemps doux, quelques précipitations et une élévation de la température au moment opportun favorisent le pullulement des insectes et la gestation des mammifères. Au reste, la canicule de l'été 2003 aurait doublé le nombre de portées chez les laies.

En 1788, les vendanges eurent lieu le 19 septembre, signe que l'hygrométrie et l'ensoleillement profitaient à la vigne. Par contre, des gelées tardives pourraient expliquer la surmortalité des abeilles ou des pluies abondantes, la raréfaction des pollens. Ces deux faits étonnèrent suffisamment pour être signalés.

#### *Concernant les hommes : les maladies*

Les relevés annuels font plusieurs fois état des maladies affectant les habitants. Ils évoquent des maladies putrides en 1771 et 1772, des dysenteries en 1793 et 1794. La cause en serait l'excès d'humidité excessive, ce qui indique que la formule de 1782 « un printemps orageux et un été humide occasionnèrent

---

<sup>18</sup> MÉTÉORE, subst. masc. A. GÉOPHYS. Phénomène, perceptible dans l'atmosphère ou à la surface du globe, qui peut consister en une manifestation aqueuse, gazeuse, électrique ou optique. Météore électrique, igné. B. ASTROPHYS. Corps solide qui se consume en traversant l'atmosphère ; traînée incandescente laissée par le passage de ce corps. Synon. étoile filante (cour.).

<sup>19</sup> « Naguère, les dieux offensés punissaient les hommes en déchaînant les forces célestes, les météores. La violence des tempêtes indiquait le degré de leur colère ». Avant-propos d'Andrée Corvol, *Tempête sur les forêts françaises, XVIe-XXe siècle*, Paris, L'Harmattan, 2005, 216 pages.

beaucoup de maladies ». Il est d'ailleurs noté que cette année-là, « la température fut généralement très malsaine ».

*Concernant les hommes : les délits forestiers*

Les périodes de fortes pluies succèdent à celles où les hivers sont rigoureux, augmentant la demande en bois de feu. Faute de moyens pour en acheter ou en obtenir, certains vont voler dans les forêts particulières, d'où la hausse des délits ligneux. Leur chronologie, évaluée grâce aux registres des tribunaux lorrains, met en valeur cette corrélation. C'est le cas d'après les procès-verbaux jugés par le tribunal du district de Dieuze, entre 1791 et 1793.

Le Recueil des observations météorologiques publié par le préfet Marquis détaille ces trois années.

Si les hivers 1789 et 1790 « ont été très modérés, puisque le thermomètre n'est pas descendu au-dessous de  $-6^{\circ}$  », en 1791, « l'automne [est] froid et pluvieux. Le raisin, qui commença à noircir sur la fin d'août, n'étoit (sic) pas généralement mûr le 1er octobre, époque où les gelées ont forcé de commencer la vendange, qui a été très médiocre. Décembre a été très sombre et très pluvieux. Vent dominant, nord. Soixante-dix-sept jours beaux, cent quinze nébuleux, quinze de brouillard, cent dix-sept de pluie et de neige, cinquante-cinq de gelée, dix-neuf de tonnerre ». Comme l'année 1791 ne comporte pas 611 jours il convient de cumuler deux ou trois critères : nébuleux et pluie, neige et gelée, etc.

En 1792, « janvier a été beau, mais froid. La neige a couvert la terre de six pouces, depuis le 9 jusqu'au 17, jour où l'on s'est aperçu que la vigne avoit (sic) souffert d'une gelée de quatorze degrés, par un brouillard du 13 au 14. Février a été très venteux. La neige a couvert la terre de six pouces, depuis le 17 jusqu'au 26 : il y a eu dix jours consécutifs de gelées assez fortes. La neige et la gelée ont fait périr à la fin de mars, les boutons des arbres précoces. Septembre et octobre ont été pluvieux. La vendange a commencé le 10 octobre. Vents dominans (sic) : le sud pendant les trois premiers mois de l'année, l'est en avril, le nord en mai, l'ouest en juin, le sud en juillet, le nord en août, et le sud en septembre. Soixante-quinze jours beaux, cent cinquante-six nébuleux, cent vingt-six de pluie et neige, vingt-cinq de brouillard, cinquante-six de gelée, dix-huit de tonnerre ».

Enfin, en 1793 (an I), « l'automne a été très pluvieuse (sic) ; l'hiver ni rigoureux ni pluvieux ; le printemps froid. Soixante-dix-neuf jours beaux, cent nébuleux, seize de brouillard, cent cinq de pluie et neige, soixante-quatre de gelée, quatorze de tonnerre ». Ces trois années ne furent donc ni trop chaudes, puisque la température estivale maximale fut de  $28^{\circ}$ , ni trop froides car la température minimale fut de  $-14^{\circ}$  en 1792. Or, dans cette même période, 164 jugements furent rendus, soit 55 % des 294 procès traités par ce tribunal entre le 9 février 1791 et le 22 octobre 1796 (1er brumaire an II).

Ces affaires concernent différents délits forestiers, à regrouper en deux catégories : les délits des hommes et ceux des bêtes.

<b>Nombre de délits jugés</b>	<b>164</b>	<b>100 %</b>
<b>Délits des hommes</b>	<b>84</b>	<b>52 %</b>
vols de bois	27	16,5 %
coupes illicites de bois	53	32,5%
passages illicites dans un taillis	2	0,3 %
ramassage de glands	2	0,3 %
<b>Délits des bêtes : pâturages illicites, abrouissements, ...</b>	<b>80</b>	<b>48%</b>

Source : ADMM, L 3 774

Sur les 164 affaires, 84 concernent des délits commis par les hommes, soit 51 % des jugements et 80 des délits de pâturage. Les premiers, que le contrevenant soit seul ou non comprennent : les vols et les coupes de bois.

#### *Les vols de bois*

Les registres mentionnent 27 vols de bois, soit 32 % des délits commis par les hommes. La plupart du temps, les coupables ramenaient des tiges abattues ou des bois façonnés dérobés en bordure de chemin. Mais il s'agit parfois de brindilles et de petits morceaux tombés d'une voiture livrant les salines. Les cas de vols sont nombreux<sup>20</sup>. 23 d'entre eux sont sanctionnés par une amende allant de 2 à 30 francs, pareille somme en dommages et intérêts et aux dépens<sup>21</sup>. Un seul est transmis au juge de paix et les trois autres sont renvoyés par le tribunal pour vice de forme dans le rapport du garde forestier. La contravention affecte directement le délinquant, qu'il soit en cause directement ou qu'il ait agi par l'intermédiaire de ses valets. Ainsi, Nicolas MICHEL, maître de poste à Altroff<sup>22</sup>, est condamné pour « avoir fait charger par ses domestiques, sur une voiture attelée de 4 chevaux, trois troncs de moderne bois coupés dans la forêt de la Nation »<sup>23</sup>.

<sup>20</sup> Citons le cas de Claude COTTERET, « trouvé occupé à charger des bûches de bois de saline qu'il a pris dans une coupe en exploitation ou de Jean-François CARVIN trouvé dans la coupe en exploitation de la forêt de la Chapelle, se formant une charge de différentes essences dans les cimes de la dite coupe après avoir remarqué qu'en même lieu, il avait déjà été enlevé 10 brins de chêne de contour de 10 à 11 pouces ». ADMM, L 3 774.

<sup>21</sup> Jean KILLIAN est condamné le 25 mai 1792, pour avoir laissé devant chez lui un arbre chêne vieille écorce, qui a été enlevé de son aveu dans la forêt nationale. ADMM, L 3 774.

<sup>22</sup> Arrondissement de Thionville, canton de Metzervisse, commune de Bettelainville, département de la Moselle.

<sup>23</sup> ADMM, L 3 773.

### *Les coupes illicites de bois*

Cette infraction inspire 53 jugements, soit 62 % des délits commis par les hommes. Parfois, il s'agit (seulement) de réprimer « la coupe avec une serpe d'un tremble encore vert, d'une perche de chêne de deux pouces et demi de contours et de 15 en longueur ». Mais il est aussi question de coupes de 44 brins de fruitiers et de 24 brins d'épineux ou encore de celle de « 32 arbres façonnés, et 8 justes coupés »<sup>24</sup>. La sanction varie selon l'essence, l'âge et le nombre d'arbres dans une fourchette allant de 25 sols<sup>25</sup> à 10 francs, pareille somme en dommages et intérêts, outre les dépens bien sûr<sup>26</sup>.

Au total, ce genre de délit représente 94 % de ceux que causent les hommes et la moitié (49 %) des infractions élucidées par le tribunal du district. Les autres 6 % sont liés à la glandée, (deux cas<sup>27</sup>) ou sont dus à des individus qui ont coupé au travers d'un jeune taillis. Enfin, 4 jugements sont rendus contre des communautés villageoises, dont deux pour coupes illicites dans le quart de réserve<sup>28</sup>. Elles sont donc condamnées à des amendes allant de 100 francs à 400 livres, pareille somme en dommages et intérêts. Ces vols et ces coupes de bois sont à rapprocher des rigueurs des hivers 1791 et 1792 qui ont accru les besoins en bois de feu, les affouages ne suffisant plus. Les années précédentes n'atteignaient pas un tel niveau délictueux, alors que l'administration forestière fonctionnait à plein régime. Ainsi, malgré le décret du 14 mars 1792 qui interrompt la nomination des agents de la Conservation générale des forêts créée en septembre 1791, de la surveillance des forêts et l'arrestation des délinquants ont continué.

## IV - CONSÉQUENCES JURIDIQUES DES ÉVÉNEMENTS CLIMATIQUES

Au XVIII<sup>e</sup> siècle, les événements climatiques, inondations, grêles, ou trombes n'ont aucune conséquence juridique, car les victimes ne sont pas indemnisées : elles ne disposent que du soutien de la communauté, surtout pour la

<sup>24</sup> *ibidem*.

<sup>25</sup> Jugement contre 2 hommes du 16 janvier 1793 pour avoir abattu un arbre d'essence de tremble de 2 pieds de contour et l'avoir chargé sur une voiture. ADMM, L 3 774.

<sup>26</sup> Jugement de Rodolphe VIGEL du 12 avril 1793, pour avoir chargé sur une voiture attelée de 4 chevaux un hêtre coupé dans les bois de 12 ans. ADMM, L 3 774.

<sup>27</sup> Jugement rendu contre Pierre COUSTIER, le 18 novembre 1791, repris en ramassant des glands dans les forêts de l'État, et jugement contre Georges MORBIER, du 25 novembre, qui ramenait avec deux de ses filles des glands de la forêt nationale. ADMM, L 3 774.

<sup>28</sup> Articles 10 et 11 du titre III du Règlement Général des Eaux et Forêts de 1707. Jugement du 17 mai 1793 contre la commune de Nitting (arrondissement de Sarrebourg, canton de Lorquin, département de la Moselle) pour avoir coupé 200 perches de 8 et 10 pouces ; Jugement du 21 décembre 1792 contre la commune de Conthil (arrondissement de Château-Salins, canton de hâteau-Salin, département de la Moselle) pour avoir coupé 8 arpents de son quart de réserve en l'âge de 9 et 10 ans. ADMM, L 3 774.

reconstruction des bâtiments. Aujourd'hui, au contraire, les assurances interviennent dans la réparation des dommages, suite aux sinistres « naturels », depuis la loi du 13 juillet 1982 relative à l'indemnisation des victimes de catastrophes naturelles.

En relèvent : « les événements brutaux, d'origine naturelle, entraînant une grave interruption du fonctionnement d'un territoire, causant des pertes humaines, matérielles ou environnementales que les sociétés affectées ne peuvent surmonter avec leurs ressources propres ». C'est le cas des crues, des inondations, des mouvements de terrain, des déformations du sol liées à la sécheresse, des séismes ou encore de la submersion du littoral.

Désormais, le Code des Assurances oblige toutes les personnes à s'assurer contre le risque. Quand une compagnie refuse de l'assurer, ou si elle ne renouvelle pas le contrat ou l'exclut des garanties, l'assuré peut saisir le Bureau Central de Tarification (BCT) dans les quinze jours qui suivent la notification du refus, par lettre recommandée avec accusé de réception. Le BCT oblige alors l'assureur à couvrir les effets de catastrophes naturelles. Si le risque est important ou particulier, le BCT pourra demander de contacter une ou plusieurs compagnies afin de répartir le risque entre elles. Les contrats « multirisque habitation », couvrent automatiquement les dégâts d'origine naturelle, mais, l'état de catastrophe naturelle doit être constaté par un arrêté interministériel qui définit l'espace et la période concernée, ainsi que la nature des dommages occasionnés<sup>29</sup>. La victime dispose alors de dix jours après la parution de l'arrêté au Journal Officiel pour expédier la déclaration à son assureur.

La victime est indemnisée<sup>30</sup> pour les biens couverts par son contrat dans la limite de la garantie. Elle ne peut faire jouer sa multirisque habitation si son véhicule est endommagé. Elle n'est pas indemnisée des frais indirects telle l'immobilisation des véhicules ou la perte de jouissance d'un bien et, si elle n'est assurée qu'en responsabilité civile, elle ne sera pas indemnisée. Lorsque la tempête<sup>31</sup> rend la maison inhabitable, l'assureur assure les frais de relogement quand le contrat prévoyait une garantie « frais de relogement » ou de gardiennage. Lors de la mise en

---

<sup>29</sup> Entre 1982 et 2001, 247 arrêtés de catastrophes naturelles ont été pris.

<sup>30</sup> Pour être indemnisée, la victime doit fournir à son assureur un descriptif des dommages subis et précisant leur nature, ainsi qu'une liste chiffrée de tous les objets perdus ou endommagés accompagnée de tout type de documents permettant d'attester de l'existence et de la valeur des biens (factures, photographies, par exemples). Les objets endommagés doivent être conservés pour être examinés par l'assureur ou l'expert désigné. Lorsque la victime prend en charge la réparation partielle ou totale de ses biens, elle doit conserver les factures d'achat de matériaux afin qu'elles soient prises en compte par l'assureur.

<sup>31</sup> L'arrêté de catastrophe naturelle du 29 décembre 1999, à la suite des tempêtes Lothar et Martin concerne les 2/3 de la France et 28 318 communes.

jeu de la garantie catastrophe naturelle, une franchise contractuelle s'applique<sup>32</sup>. Si la commune ne dispose pas d'un plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRNP)<sup>33</sup>, le montant de la franchise applicable varie selon le nombre de constatations de l'état de catastrophe naturelle intervenues pour ce risque durant les cinq années qui ont précédé la constatation<sup>34</sup>. L'indemnisation des catastrophes naturelles a été renforcée par la loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages<sup>35</sup>.

Pour conclure, et sans reprendre les développements contenus dans l'ouvrage *Tempêtes sur la forêt française*, quelques remarques peuvent être formulées. Quoique le corpus d'étude, « recueil des observations météorologiques entre 1766 et 1801 », est récent au regard des études sur le climat, les événements climatiques survenus en Lorraine renvoient à ceux d'aujourd'hui. D'où l'intérêt de comparer les données transmises par la société BCA- Expertises, spécialisée dans les expertises automobiles après sinistres. Une catégorie attire particulièrement l'attention, celle des EVEX, consistant en « événements exceptionnels entraînant plus de dix sinistres expertisés liés à la même cause ». Ainsi, depuis 1995,

---

<sup>32</sup> À défaut de franchise contractuelle ou lorsque celle-ci est plus élevée que le montant prévu par arrêté, l'assureur applique la franchise légale. La franchise légale est modulée selon la nature des biens endommagés. Pour les biens à usage non professionnel s'applique une franchise de 380 € : habitation, véhicule, tout autre bien à usage non-professionnel ; une franchise de 1 520 € : si le dommage est imputable à un mouvement de terrain consécutif à la sécheresse ou à une réhydratation du sol. Pour les biens à usage professionnel, la franchise sera celle la plus élevée des trois sommes suivantes : 10 % du montant des dommages par établissement et par événement, ou 1 140 € (ou 3 050 € si les dommages sont imputables aux mouvements de terrain consécutifs à une sécheresse), ou la franchise contractuelle.

<sup>33</sup> Les Plans de Prévention des Risques (art. 562 et suiv. du Code l'environnement), sont institués par la loi du 2 février 1995. Ils délimitent les zones à « risques naturels » et celles qui n'y sont pas directement exposées. Ils mettent en place des mesures sur la construction, l'urbanisme et la gestion des territoires concernés. Aujourd'hui, 9 500 PPR ont déjà été adoptés, dans les 13 000 communes les plus exposés aux inondations. Un PPR vaut servitude d'utilité publique. Un PPR est décidé par un arrêté préfectoral, après une procédure d'environ trois années, après une enquête publique à l'initiative du préfet.

<sup>34</sup> La majoration de la franchise légale ne s'applique pas dès lors que la commune a adopté un PPRNP. La franchise varie selon les modalités suivantes : 1er et 2e arrêtés de constatation de catastrophe naturelle : application de la franchise ; au 3e arrêté : doublement de la franchise applicable ; au 4e arrêté : triplement de la franchise applicable ; au 5e arrêté et aux arrêtés suivants : quadruplement de la franchise applicable. Source : <http://vosdroits.service-public.fr/F3076.xhtml>

<sup>35</sup> La loi prévoit les zones d'érosion, les zones de rétention temporaire des eaux, et la mobilisation des fonds de prévention des risques naturels.

la Lorraine a connu neuf « EVEX grêle<sup>36</sup> » et deux « EVEX inondations<sup>37</sup> ». Or les données du XVIII<sup>e</sup> siècle citaient dix inondations<sup>38</sup> et trois de grêle<sup>39</sup>. Le décalage résulte essentiellement de l'existence d'une prise en charge financière. Au XVIII<sup>e</sup> siècle, les assurances pour sinistres naturels n'existent pas. Les épisodes de grêle ne sont mentionnés qu'en fonction de leurs conséquences sur les cultures. Au contraire, aujourd'hui, les automobilistes sont couverts pour tout sinistre, grêles comprises. Ils n'hésitent donc pas à les déclarer ce qui introduit les catastrophes dans les statistiques.

---

<sup>36</sup> Le 9 juin 1995 ; le 18 mai 1996 ; le 23 juillet 1996 ; le 2 août 2001 ; le 25 juin 2006 ; le 17 août 2006 ; le 6 août 2006 ; le 12 mai 2009 et le 2 juillet 2010.

<sup>37</sup> Le 30 octobre 2006 et le 29 octobre 2008.

<sup>38</sup> En juillet 1766 ; en juin, octobre et novembre 1767 ; en septembre 1768 ; pendant l'hiver 1772 ; pendant l'hiver 1775 ; les 25 et 26 octobre 1778.

<sup>39</sup> En 1771, pendant la récolte ; le 10 octobre 1773 ; le 21 avril 1780.

## CHANGEMENT CLIMATIQUE SIMULE ET REPOSES POSSIBLES

*par Gérard BELTRANDO\**

Les simulations obtenues à partir de modèles climatiques sur le climat des décennies à venir, indiquent que les tendances positives des températures observées depuis une trentaine d'années devraient se prolonger au XXI<sup>e</sup> siècle (GICC, 2007). Si cela se vérifie, des changements vont affecter les forêts qui produisent des biens et des services multiples aux sociétés humaines. Malgré les incertitudes sur la part de fiabilité que l'on peut accorder à cette simulation du climat futur, il est donc utile d'avoir une information sur les conséquences - positives ou négatives suivant les régions et les périodes - que pourrait avoir ce changement climatique en tentant d'évaluer les niches futures des essences arbustives. A défaut d'apporter des éléments opérationnels de réponse sur l'évolution des forêts - car la dynamique d'une forêt dépend d'autres facteurs (insectes, feux...) qui sont tout autant difficiles à prévoir - cela permettrait d'orienter la réflexion des professionnels en charge de la gestion des forêts et des nouvelles plantations. L'objectif étant à terme de minimiser les impacts fâcheux du changement environnemental qui pourrait affecter la plupart des essences en moins d'une génération. Sans intervention volontaire, compte tenu de la rapidité des changements prévus, les possibilités d'adaptation génétique des peuplements en place seraient réduites, et les conséquences économiques, sociales ou écologiques perturberaient fortement les sociétés.

### I - LA FORET ET LE CLIMAT

Lorsque le climat de la planète change, l'aire de répartition des espèces végétales et animales se déplace vers des latitudes et des altitudes plus élevées (réchauffement) ou plus basses (refroidissement), à moins que des obstacles naturels empêchent cette migration. Par exemple, Davis (1989), indique que chaque degré de plus entraîne l'extension des aires de répartition dans l'hémisphère nord de plus de 100 km vers le nord, tandis que les limites méridionales reculent. Ce phénomène est validé par de nombreuses études polliniques portant sur plusieurs milliers d'années. Mais toutes les espèces ne présentent pas les mêmes aptitudes à

---

\* Université Paris-Diderot – Sorbonne Paris Cité- UMR 8586 du CNRS (PRODIG) (C.C. 7001) 75205 Paris cedex 13 beltrando@univ-paris-diderot.fr

migrer : à l'état naturel, certaines colonisent plus vite que d'autres les espaces abandonnés, ce qui rend encore plus complexe l'intervention humaine, quand il y a introduction de nouvelles essences dans la dynamique forestière.

*Une forêt relativement diversifiée : le poids de l'histoire et de la nature*

En France, la relative diversité de la forêt métropolitaine s'explique par des facteurs édaphiques et climatiques mais aussi par le poids de l'histoire. Dès le Moyen Age, les espaces forestiers, mis à part quelques zones de montagne, ont été largement aménagés et plantés afin d'être exploités (Woronoff, 2009).

Le volume sur pied de la forêt de production est de 2 200 millions de m<sup>3</sup> (IFN, 2005), les feuillus représentent 63 % du volume total, avec comme essences principales : trois variétés de chêne [le rouvre (12 %), le pédonculé (11 %) et le pubescent (4 %)], ainsi que du hêtre (11 %), du châtaignier (5 %) et du charme (4 %). Les principales essences de résineux (37 % du total) sont l'épicéa commun (8 %), le pin maritime (7 %), le sapin pectiné (7 %) et le pin sylvestre (6 %). Cette diversité compte tenu de la latitude du pays s'explique en partie par sa position à l'intersection de trois grandes influences climatiques - méditerranéenne, semi-continentale et océanique - auxquelles il faut ajouter le cas spécifique des climats de montagne.

A l'intérieur de ces zones climatiques, la répartition des essences dépend des facteurs édaphiques. En France, la présence de la forêt est limitée par les températures moyennes et minimales ainsi que par la disponibilité en eau, deux variables qui déterminent la répartition des niches forestières moyennes (Figure n°1). D'autres facteurs climatiques tels la neige ou le vent, interviennent aussi dans la répartition des essences. Bien que ponctuellement leur rôle soit perceptible, à l'échelle régionale leur rôle est secondaire.

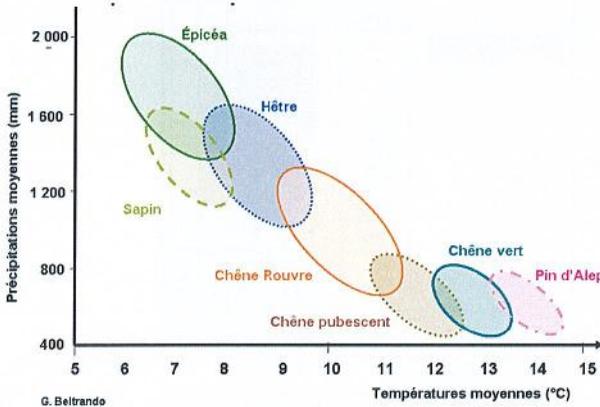


Figure n° 1 : Niches pluvio-thermiques de différentes essences forestières françaises (valeurs moyennes annuelles)

Le gel dommageable, surtout printanier, concerne la plupart des régions, y compris dans le bassin méditerranéen. Quand les nuits sont claires ou peu nuageuses et le vent faible ou nul (gel de type radiatif), la topographie qui canalise les masses d'air froid dans les parties basses, en cuvettes, explique la répartition spatiale des températures minimales. Ainsi, en 2003, après un mois de mars relativement doux qui favorisa un débourrement précoce, deux épisodes de gels tardifs sont intervenus à la mi-avril et à la mi-mai : ils ont endommagé des espèces comme le sapin pectiné (*Abies alba*), assez sensible au gel. Cet épisode a duré six à sept jours, pendant lesquels les températures minimales ont varié de moins 4 à moins 8 °C en plaine dans le grand quart nord-est.

Le déficit hydrique, combiné à des facteurs aggravants comme du vent ou de fortes températures constitue l'autre facteur atmosphérique majeur pour la vie des végétaux en général et des arbres en particulier. Les épisodes secs de longue durée qui jalonnent l'histoire climatique de l'Europe de l'Ouest (1911, 1921, 1976, 2003...) ont entraîné le dépérissement et parfois la mort des arbres, surtout de ceux qui étaient affaiblis pour d'autres raisons (champignons, insectes...) (Aussenac 1978).

La nature du sol accentue aussi les effets du climat et explique la répartition et l'état de santé des plantations, comme l'illustre le cas des deux espèces de chêne. Le Chêne sessile (Chêne rouvre, *Quercus petraea*), est une espèce très répandue dans les plaines et les collines françaises, sauf en régions méditerranéennes et très sensible au froid et aux gelées de printemps. Cependant elle est assez rustique et supporte une faible alimentation en eau estivale et une certaine acidité du sol (Figure n° 2). Le Chêne pédonculé (*Quercus robur*) demande, lui, des sols plus riches et mieux alimentés en eau toute l'année.

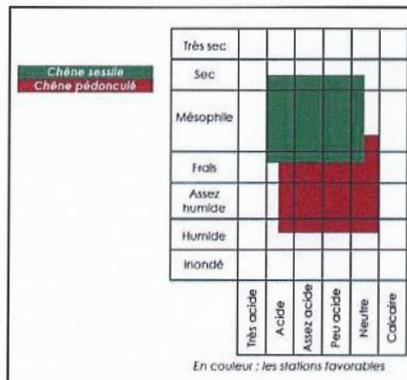


Figure n° 2 : Nature du sol et alimentation en eau estivale pour le chêne sessile et le chêne pédonculé (illustration du Centre National de la Propriété Forestière de Poitou-Charentes)

### *Un siècle d'évolution de l'environnement et du climat*

En France, l'augmentation de la température moyenne au XX<sup>e</sup> siècle avoisine les 0,9°C (Moisselin & al., 2002), soit davantage que la moyenne planétaire avec une nette accélération sur la dernière décennie du siècle. Or cela se prolonge dans le début du XXI<sup>e</sup>. La tendance positive des températures affecte plus les températures minimales (0,7 à 1,7°C /siècle) que les maximales (0 à 1,3°C). Pour traduire cette évolution, on indique souvent que le réchauffement des températures moyennes correspond à un déplacement du climat vers le Nord de 180 km environ. Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, l'évolution des précipitations, plus contrastée, montre une légère tendance à l'augmentation sur les deux tiers Nord du territoire avec des contrastes saisonniers plus marqués : hausse en hiver et baisse en été. C'est durant cette saison que les sécheresses sont les plus fréquentes.

Ces changements provoquent pour les forêts de la métropole comme celle des autres régions tempérées un allongement de la période de croissance, en raison de l'avancée des dates de débourrement du retard dans la chute des feuilles [Spiecker & al. (1996) ; Lebourgeois & al. (2001)], et de la stimulation de l'activité des mycorhizes. Actuellement, pour le hêtre, le diamètre de 60 centimètres est atteint dès 90 ans au lieu de 150 ans (Bastien, 2000). Dhôte & al. (2000), en étudiant le taux d'accroissement des arbres, indiquent que cette productivité accrue devrait modifier les stratégies de gestion. L'augmentation des températures et des taux de CO<sub>2</sub> et de NOx expliquent pour l'essentiel les gains de productivité.

## **II - LES IMPACTS FORESTIERS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE**

La simulation de l'aire potentielle des essences forestières permet d'évaluer les conséquences potentielles des modifications climatiques sur la biosphère et de connaître les probables effets de celle-ci. Cette simulation s'obtient en intégrant données écophysiologicals et données issues des modèles climatiques.

### *La simulation du changement climatique*

Si la prudence s'impose pour la variable hydrique car la marge d'incertitude des modèles est encore importante, il n'en va pas de même pour les températures dont le rôle détermine le cycle phénologique. Pour l'essentiel, d'après les résultats de cette modélisation, le réchauffement estival devrait être marqué, les journées où la température maximale est supérieure à 35°C devenant plus fréquentes. Comme il pourrait y avoir moins de précipitations, il y aurait plus de sécheresses dans le Midi.

D'après les MCG, le changement climatique se manifestera surtout au XXI<sup>e</sup> siècle par un changement des cumuls saisonniers des précipitations et de l'évapotranspiration potentielle. De façon globale, les différents modèles annoncent le réchauffement hivernal plus faible à l'Ouest (influence océanique) que dans le reste du pays ; l'élévation des températures estivales surtout sur le pourtour méditerranéen et, enfin, des précipitations hivernales accrues, particulièrement dans

l'Ouest et moindres dans le Sud. Mais la limite entre la zone d'augmentation et la zone de diminution de la pluviométrie fluctue selon les scénarios. Ces résultats sont à interpréter avec précaution, car les prévisions des modèles climatiques demeurent imprécises surtout en ce qui concerne la pluviométrie (Kittel & al., 1998).

#### *La simulation des aires potentielles*

L'augmentation de la concentration en CO<sub>2</sub> résultant de l'activité humaine peut donc profiter aux forêts si l'arbre est en bonne santé et si ses besoins sont satisfaits, ce que confirme les études dendro-écologiques en montrant que la croissance radiale des arbres progresse depuis une centaine d'années.

Les travaux réalisés grâce au programme CARBOFOR (2002-2005) viseraient à quantifier les impacts du changement climatique sur le bilan et le stockage de carbone, la production primaire et l'hydrologie des grands écosystèmes forestiers (feuillus sociaux de plaine, pinède atlantique, chênaie méditerranéenne), ainsi que des plantations industrielles d'Eucalyptus en milieu tropical. Ils présentent l'intérêt d'avoir été effectués à une échelle spatiale relativement fine et en utilisant les données collectées dans le cadre de l'Inventaire Forestier National (IFN) sur la répartition des essences ligneuses (relevées sur 104 des 259 points de sondage de l'IFN entre 1985 et 2001, soit 1 point de relevé pour 130 ha de forêt). Treize groupes d'espèces présentant des aires de répartition semblables ont été définis par des méthodes d'analyses statistiques. Ces données ont été croisées avec les données climatiques (température, nombre de jours de gel, pluviométrie, rayonnement...) en point de grille de 1km de résolution (méthode AUREHLY de Bénichou et Le Breton, 1987). L'objectif de cette étude qui n'intégrait pas le rôle de l'homme, bien que cela constituait une limite majeure à sa validation de l'aveu des auteurs, était de rechercher les aires potentielles pour chaque essence retenue en tenant compte des contraintes climatiques futures. L'atlas produit peut aider les forestiers dans les choix à venir.

La figure n° 3 illustre des résultats obtenus par Badeau et al. (2007) pour le chêne vert (*Quercus ilex L.*) en appliquant une élévation de 2,5°C entre la fin du XXI<sup>e</sup> et la fin du XX<sup>e</sup> siècle (scénario B2 du GICC). Cette espèce emblématique de la région méditerranéenne est surtout présente dans les zones de fortes chaleurs et de fort ensoleillement estival. Son extension est limitée par les fortes amplitudes thermiques annuelles et par un trop grand nombre de jours de gel (Figure n° 3A). Dans l'hypothèse d'une telle élévation, son extension pourrait dépasser la latitude de la Loire (Figure n° 3B). Comme l'indique les auteurs de l'étude, ce résultat peut être transposé à la plupart des espèces méditerranéennes : l'olivier, le pin d'Alep, le pin parasol, etc.

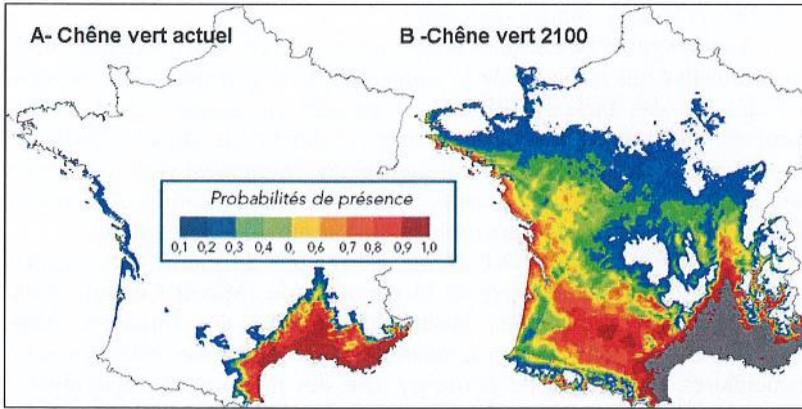


Figure n° 3 : Niche climatique du chêne vert actuel (A) et à la fin du XXI<sup>e</sup> siècle (B) adaptée de Badeau & al., 2004), Source projet CARBOFOR Tâche D1 : modélisation et cartographie de l'aire potentielle des grandes essences forestières françaises. Pour le bassin méditerranéen en 2100 les paramètres climatiques ne permettront plus l'existence à l'état actuel du Chêne vert.

Au-delà des réserves quant aux résultats de la modélisation numérique, il est possible de simuler la proportion d'essences dont l'aire de répartition serait modifiée et donc, d'imaginer la physionomie des forêts dans les décennies futures. A court et à moyen terme, des effets bénéfiques seraient possibles dans les régions au climat approprié - notamment sous la forme d'une augmentation de la croissance des arbres, mais des effets néfastes sont aussi à envisager (déperissement, migration vers le nord d'insectes ravageurs...) (Figure n° 4).

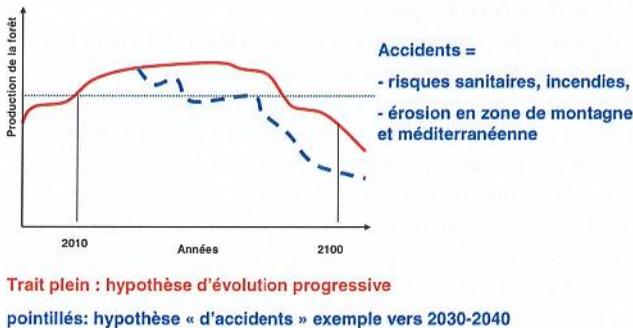


Figure n° 4 : Schéma théorique d'évolution de la productivité d'une forêt

### *Les particularités et les incertitudes régionales*

Aux marges d'incertitudes dues à la complexité de la modélisation du climat futur et à celles qui résultent de la simulation du déplacement des essences forestières s'ajoutent des facteurs difficiles à prendre en compte. Quel sera le comportement des sols sous l'effet d'un changement durable du climat ? Quel sera celui des apports anthropiques d'azote par l'atmosphère ? Comment vont se déplacer les ravageurs (insectes) et les autres parasites de l'arbre (champignons) ? Comment vont réagir les forestiers confrontés aux problèmes de rentabilité économique ?

Jusqu'au milieu du XXI<sup>e</sup> siècle, les régions devenues plus chaudes sans enregistrer une évolution négative de la pluviométrie (Massif Central, Nord-Est) devraient voir leur productivité croître au bénéfice des forestiers. Mais l'accroissement des événements extrêmes, notamment les sécheresses estivales et les épisodes caniculaires, pourraient les perturber dans des proportions impossibles à préciser. Leurs conséquences telles l'augmentation des insectes ravageurs ou des incendies de forêt sont difficiles à quantifier. Au-delà des années 2050-2060, toujours en tenant compte des résultats produits par les MCR, l'augmentation encore plus nette des températures facilitera la colonisation des essences méditerranéennes, dont la productivité est déjà inférieure à celle des forêts actuelles. Les événements extrêmes augmenteront le risque d'incendie qui pourrait devenir très important de l'Aquitaine au Massif Central (Périgord, Limousin...) et peut-être atteindre les régions boisées du Centre et du Nord-Est.

Dans les régions montagneuses, le changement climatique indiqué par les modèles, se traduira par des neiges plus tardives et une moindre durée de l'enneigement. Vu le gradient thermique altitudinal moyen, pour chaque degré d'augmentation des températures moyennes, la limite inférieure de la neige devrait remonter de 150 mètres en altitude. Aux altitudes où l'enneigement deviendrait faible ou nul, l'érosion torrentielle pourrait croître, notamment en début et en fin de saison froide. En limitant la rétention d'eau solide en saison froide (moins de neige), cela affectera la disponibilité saisonnière en eau, le chargement des nappes phréatiques et, donc, la croissance des arbres.

Dans l'arc méditerranéen et dans le Sud-Ouest, les modèles annoncent une élévation de la température estivale et une diminution des précipitations printanières plus importantes qu'ailleurs. De plus, la fréquence des périodes sèches et l'occurrence des fortes pluies s'accroîtraient dans les régions déjà sensibles et aggraveraient le Nord-Est, ce qui aggraverait l'érosion. L'augmentation du risque d'incendie conduirait à une proportion plus élevée de sol dénudé et, donc, à la dégradation des terrains en pente sur les pourtours du bassin méditerranéen. C'est d'autant plus inquiétant que, la majorité des départs de feux est due à la malveillance et que les dommages sont multipliés par l'existence de l'habitat récent, alors que les parcelles proches des maisons ne sont plus ou ne sont pas nettoyées.

Ces particularités régionales ne doivent pas faire oublier que partout en France, dans les régions où l'eau permettra la croissance des arbres, sous l'effet du CO<sub>2</sub> et de la température, le stockage du carbone par la forêt atteindra ses limites

car le développement forestier va accroître la compétition entre les arbres, et donc augmenter la mortalité. Ainsi, dans les plantations où les troncs sont très proches les uns des autres, les arbres pousseront plus haut et seront plus fragiles face aux tempêtes....

#### *Un avenir bien incertain*

Les conséquences d'un possible changement climatique sur la forêt suscitent encore de nombreuses interrogations qu'il s'agisse des tendances du climat futur, de la réponse des écosystèmes à cette situation ou encore de la capacité et de la volonté humaine d'arrêter des mesures préventives. Car, d'après les économistes, elles devraient coûter moins cher que les mesures curatives. Jusqu'à présent, les forestiers pouvaient employer les documents d'aide à la décision et les données stationnelles sur le climat, mais celles-ci pourraient se modifier sans qu'il soit possible d'en préciser la teneur.

Plusieurs actions pourraient atténuer les conséquences négatives ((Legay & Mortier, 2006). Ainsi, une forêt composée d'un mélange de plusieurs essences a plus de chances de résister, car elles ne présentent pas les mêmes exigences en ce qui concerne le climat moyen et sa variabilité. Si certaines sont moins sensibles ou mieux adaptées que d'autres, elles assureront la permanence du couvert forestier. De même, les peuplements comportant des arbres d'âges divers devraient a priori être plus flexibles que ceux constitués d'une seule classe d'âge. Il sera en effet possible d'y ajuster les récoltes en fonction de l'évolution du climat et d'y favoriser les essences qui résistent le mieux au climat connu à un moment et dans une région donnée. Mais les conséquences pour la forêt d'un changement climatique pourront s'avérer positives dans certains cas au moins pour les trois ou quatre prochaines décennies. Si la nature des sols et la teneur en eau le permettent, l'augmentation de la température et du CO<sub>2</sub> donnera probablement à certaines espèces (cèdre, peuplier...) la possibilité de s'installer dans des régions où elles sont pour l'instant mal adaptées. Si les conditions économiques sont réunies, cela créerait de nouvelles possibilités pour la filière bois.

Les incertitudes quant au futur des forêts restent importantes pour tout ceux qui ont et auront à prendre des décisions. Cette problématique sur le changement climatique montre aussi que le diagnostic stationnel, qui est ancré dans l'esprit des professionnels, doit devenir prospectif, ce qui oblige davantage que dans le passé, à parier sur le futur. Quelle décision prendre alors que les incertitudes sont grandes, que ce soit sur la modélisation du climat futur ou sur celle des possibilités d'adaptation des espèces aux nouvelles contraintes climatiques ? Cela sans oublier l'existence d'autres zones d'incertitudes sur les possibilités d'adaptation des forêts, mais aussi sur les choix personnels des forestiers.

## LA FORET DANS LE CHANGEMENT CLIMATIQUE A LA TELEVISION

par Michel DUPUY\*

Avec l'émergence de la théorie du changement climatique dans les années 1970-1980, la pollution a changé de dimension : de locale, elle est devenue globale. Dans le schéma classique, la forêt était victime de la pollution. Maintenant, elle endosse de nouveaux rôles : elle constitue peut-être un remède par sa fonction de puits de carbone, mais aussi une source des émissions de gaz à effet de serre (GES) en raison des déforestations massives pratiquées au Brésil ou en Indonésie. A la télévision, entre le 01 janvier 1979 et le 30 juin 2010, nous ne comptons pas moins de 283 occurrences mêlant forêt et changement climatique allant du reportage au débat, en passant par le documentaire (figure n° 1).



Figure n° 1 : Effet de serre et forêt à la télévision

D'une manière générale, la forêt n'est qu'un thème mineur dans les émissions consacrées à l'effet de serre, mais elle apparaît dans un premier temps comme un élément essentiel de la problématique du changement climatique, phase de maturation qui dura jusqu'au Sommet de Rio. Si un premier découpage chronologique pourrait être opéré en s'achevant sur lui, une autre approche permet de distinguer trois grandes phases. En effet, la forêt a la particularité d'être la cause du changement climatique, son remède et d'en subir les conséquences. En attribuant à chaque occurrence un ou plusieurs de ces descripteurs, trois périodes se dessinent (figure n° 2) : jusqu'en 1996, la thématique dominante repose sur la cause c'est-à-

\* Professeur, 1, résidence Emile Zola, 78210 – Saint Cyr l'Ecole, Tél : 01 30 45 06 89, Michel.dupuy@ens.fr

dire sur la déforestation ; de 1997 à 2003, le remède s'affirme avec une forte représentation des conséquences de l'effet de serre sur le manteau forestier ; alors que depuis 2004, même si la cause retrouve de la vigueur avec la déforestation indonésienne, ce sont les conséquences sur la forêt qui sont mises en exergue.

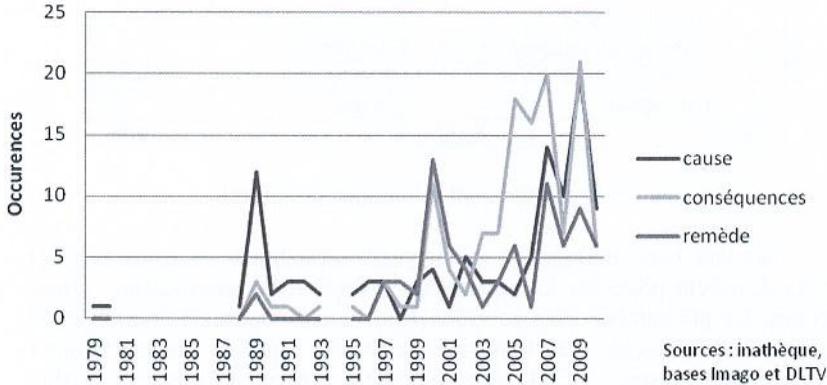


Figure n° 2 : La place de la forêt dans le changement climatique

## I - LA CONSTRUCTION D'UN LIEN TELEVISUEL : 1979-1996

A la télévision, l'effet de serre est abordé en février 1979, suite à la première conférence mondiale sur le climat, mais ce n'est qu'une hypothèse reprise dans les propos journalistiques<sup>1</sup>. Il est associé quelques mois plus tard, en septembre 1979, à la forêt au cours d'un *Dossier de l'écran* consacré à l'Antarctique<sup>2</sup>. Après avoir quelque peu végété, il revient sur le devant de la scène à la fin des années 1980 avec la création du GIEC en 1988 et la deuxième conférence sur le climat organisée par l'ONU à La Haye en 1989.

<sup>1</sup> Antenne 2, JT de 20 heures, « Conférence sur la climatologie de Genève », 15 février 1979.

<sup>2</sup> Antenne 2, JT de 20 heures, *Les Dossiers de l'écran*, « L'Antarctique, continent vierge », 4 septembre 1979.

Répartition par thèmes 1979-1996	%	Répartition par types de forêt 1979-1996	%	Répartition par pays 1979-1996	%
Déforestation	90	Equatoriale	80	Brésil	75
Désertification	2	Trophile tropicale et savanne	7	Congo	2
Incendies	3	Tempérée caldusifoliée	4	Côte d'Ivoire	7
Migration	3	Tempérée mélangée	2	Indonésie	2
Sécheresse	2	Végétation de haute montagne	7	Etats-Unis	7
				France	7
<b>Total</b>	<b>100</b>		<b>100</b>		<b>100</b>

Tableau n° 1 : le changement climatique et la forêt

Pendant cette période, le changement climatique est lié à la forêt (Tableau n°1). L'accent porte sur les causes. La déforestation amazonienne rentre dans ce schéma. Ce phénomène s'est accéléré pendant cette décennie et continue à un rythme soutenu ; il coïncide avec la mise en orbite des satellites d'observation et devient visible depuis l'espace<sup>3</sup>. Cette forêt incarne à présent un nouveau mythe, celui de « poumon de la planète » et cesse d'être un « enfer vert »<sup>4</sup>, passage qui s'est opéré au début des années 1980, la déforestation paraissant menacer le climat mondial.

Dans la seconde moitié des années 1980, alors qu'il n'est plus question à la Télévision de l'effet de serre, le rôle essentiel de la forêt amazonienne dans le climat mondial est montré dans les émissions qui font suite à l'accélération des déboisements et à l'assassinat de Chico Mendès en décembre 1988. Sa possible disparition serait une catastrophe planétaire comme le souligne Agnès Bertrand (Ecoropa) dans le Journal Télévisé (JT) de TF1 du 28 décembre 1988 :

« La menace, c'est celle d'une déstabilisation générale du climat mondial avec des tempêtes qui deviendront de plus en plus violentes, un assèchement des zones fertiles, un dessèchement des tropiques et, bien sûr, par effet de serre, fonte des calottes polaires. Ce sera la montée du niveau de la mer et l'inondation d'innombrables zones côtières les plus peuplées. C'est une catastrophe climatique sans précédent dans l'histoire de l'humanité<sup>5</sup> ».

Cette citation regroupe toutes les catastrophes liées au changement climatique sauf qu'elle s'inscrit dans la problématique de la déforestation.

<sup>3</sup> DUBREUIL V., LAQUES A-E., NEDELEC V., ARVOR D., GURGEL H., « Paysages et fronts pionniers amazoniens sous le regard des satellites : l'exemple du Mato Grosso », *Espace géographique*, n° 37, 2008/1, pp.57-74.

<sup>4</sup> Slater Candance, *Entangled Edens. Visions of the Amazon*, Los Angeles : University of California Press, 2002, p. 332.

<sup>5</sup> TF1, JT de 20 heures, « Forêt amazonienne », 28 décembre 1988.

La reprise des reportages sur l'effet de serre à la fin des années 1980 passe par l'inventaire des causes. Or, pour être médiatique, elles doivent être visibles. A la fumée que dégagent les cheminées d'usine ou les pots d'échappement, s'ajoute celle de la combustion de la forêt amazonienne. En matière d'image, son importance dans les émissions de GES tient à trois clichés : la vue aérienne de la forêt en feu afin de montrer l'ampleur de l'incendie est suivie du feu au sol et de l'arbre tronçonné, le géant de la forêt (figure n° 2). Les motivations des abattages ne sont guère abordées, puisque ce n'est pas l'enjeu : il s'agit seulement de dénoncer un processus qui met en danger la planète. Ainsi, c'est au cours de cette période 1979-1996 que la problématique du changement climatique devient télévisuelle d'abord comme hypothèse, puis à l'approche de la Conférence de Rio (1992) comme certitude. Toutefois, il existe encore des interrogations sur l'ampleur de la catastrophe annoncée qui reste théorique. Le discours reprend alors celui de la déforestation quant aux effets sur les sociétés humaines.

Figure n° 2. Clichés propres à la déforestation



TF1, 22 juin 1989, LA TERRE PERD LA BOULE

## II - LA FORET COMME REMEDE : 1997-2003

Répartition par thèmes : 1997 - 2003	%	Répartition par types de forêt 1997 - 2003	%	Répartition par pays 1997 - 2003	%
Puits de carbone	37	Equatoriale	43	Brésil	47
Déforestation	21	Trophophile tropicale et savanne	1	Costa Rica	1
Incendies	16	Subtropicale humide	1	Côte d'Ivoire	1
Tempêtes	13	Tempérée caldusifoliée	33	Indonésie	5
Sécheresse	5	Tempérée mélangée	4	Etats-Unis	7
Désertification	4	Végétation de haute montagne	5	Canada	2
Invasions biologiques	3	Végétation méditerranéenne	8	France	26
Dépérissement	1	Conifères pluvieuses	1	Australie	3
		Taïga	3	Portugal	1
		Toundra	1	Espagne	1
Total	100		100	Russie	1
				Suède	1
				République Tchèque	2
				Total	100

Tableau n°2

Si la période comprise entre 1996 et 2003, voit la forêt devenir le remède, la cause ne disparaît pas pour autant, mais elle ne domine plus. Au niveau du changement climatique, la forêt reste minoritaire dans le reportage 10 % contre 20 % précédemment. Désormais, l'effet de serre l'emporte par sa récurrence - chaque mois depuis août 1999 - en raison des rencontres internationales qui se multiplient : Kyoto (1997), La Haye (2000), Johannesburg (2002), d'autant que les Etats-Unis refusent de signer le protocole de Kyoto le 13 mars 2001 et la publication du troisième rapport du GIEC la même année. Dans ce contexte, les journalistes alignent les preuves du changement climatique au point d'associer systématiquement à partir de 1999 les excès climatiques à l'effet de serre sous le couvert d'un spécialiste qui nuance leurs propos quand il ne les dément pas ! Mais, par ce biais, la notion de changement climatique est de plus en plus associée à celle de catastrophe naturelle et pénètre dans l'esprit du public.

Cette recherche d'un lien de causalité reflète aussi les luttes d'influence au sein des rédactions, notamment à TF1, entre des journalistes scientifiques comme Michel Chevalet et ceux qui couvrent l'environnement. Ces derniers n'ont-ils pas été institutionnalisés dans les rédactions en 1997 pour TF1 et en 2002 pour France 2 ? L'effet de serre leur a permis d'affirmer position et thématique, afin que l'environnement ne soit plus relégué en fin de journal, vision

apaisée de l'actualité avec petites fleurs et petits oiseaux<sup>6</sup>. En même temps, les conséquences sont également développées, deux en particulier : les tempêtes en France (décembre 1999) et les incendies de forêt en Indonésie (1997), en Floride (2001) et en Australie (2003). Cependant, les tempêtes de 1999 présentées à la télévision ne seront décrites au travers du changement climatique que le 26 janvier 2000, avec l'intervention de Nicolas Hulot sur le plateau du 20 heures de TF1<sup>7</sup>. A l'époque, le schéma dominant était celui de « la tempête du siècle », la faute retombant sur l'homme qui a violé l'ordre naturel à savoir les peuplements mélangés en essence et en âge<sup>8</sup>. Par la suite, cette tempête fut récupérée dans plusieurs reportages comme le signe avant coureur du changement climatique qui avertissait les citoyens de ce qui les attendait.

Bien que les conséquences aient pris une part croissante dans les informations, l'aspect essentiel demeure le remède forestier sous la forme du puits de carbone, thème qui fut au centre de la conférence de la Haye en novembre 2000. Cette idée naquit au niveau international à la fin des années 1980 et figure comme telle dans un rapport du GIEC en 1990<sup>9</sup>. A la télévision, elle est évoquée en 1979, mais il faut attendre 1999 pour que l'expression « puits de carbone » surgisse à propos d'un reboisement entrepris au Brésil, pays habitué à la déforestation et ceci, grâce au partenariat de Peugeot avec l'ONF et une ONG franco-brésilienne, Pro natura<sup>10</sup>. Cet exemple revient à plusieurs reprises en 1999 et en 2000 sur les chaînes. Au même moment, les journalistes s'intéressent aux travaux menés par l'INRA dans la forêt de Hesse (Lorraine) et relatifs à la séquestration du carbone en forêt. Les journalistes inaugurent alors un mode opératoire qui sera employé dans tous les reportages consacrés aux effets du changement climatique sur la forêt française. Le reportage comprend deux parties : il débute sur le terrain avec une vue de la forêt et des arbres avec mesures de leur croissance par carottage et il se termine dans le laboratoire où les analyses sont opérées. En fait, les conséquences de l'effet de serre en milieu tempéré sont difficilement visibles et nécessitent un passage par le laboratoire pour apparaître à l'écran.

Si le carottage représente la captation de carbone, il n'illustre pas la notion de puits de carbone. Pour cela, la caméra s'attarde sur des arbres ou sur un feuillage, images séduisantes qui alimentent le discours critique. Sur ce point, les journalistes rapportent les inquiétudes des organisations écologistes (Greenpeace) au moment de la conférence de La Haye : l'usage des puits de carbone ne doit pas

<sup>6</sup> Entretien avec Corinne Lalo.

<sup>7</sup> TF1, JT de 20 heures, [Plateau invité : Nicolas Hulot], 26 janvier 2000.

<sup>8</sup> DUPUY M., DASSIE V., "Mobiliser l'opinion après la tempête : la forêt victime" in Andrée CORVOL A. (éd.), *Tempêtes sur la forêt française XVIe-XXe siècle*, Paris, L'Harmattan, 2005, pp. 167-176 ; *ibid.*, "Mobiliser l'opinion après la tempête : l'arbre victime" in Andrée Corvol (éd.), 2005, pp. 177-187.

<sup>9</sup> UNEP, Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO, 1990, p. 270

<sup>10</sup> Canal +, « C'est ouvert le samedi », *Solution*, 13 mars 1999.

dédouaner les Etats de leurs obligations en matière de réduction des GES. De plus, les études françaises inquiètent car si la forêt pousse plus vite, elle en devient plus fragile.

La période considérée voit ainsi s'élargir au plan géographique la problématique de l'effet de serre sous le couvert de la forêt. Avant 1997, la cause dominait et, avec elle, la forêt équatoriale (l'Amazonie). En insistant davantage sur les conséquences de l'effet de serre et sur le remède que sont les puits de carbone, l'attention se focalise sur la France et sur les pays occidentaux (tableau n° 2).

### **III - PLACE AUX CONSEQUENCES : 2004-2010**

Entre 2004 et 2010, les conséquences occupent 59 % du thème Global Change dans les émissions, même s'il y a un retour des facteurs explicatifs. Car, dans l'actualité, tout montre que le processus s'aggrave car chaque mois ou presque, un excès climatique est mentionné auquel s'ajoutent des phénomènes marquants comme la canicule de 2003, le cyclone Katrina en 2005 ou une succession d'années atteignant des records de chaleur. Pour les journalistes, le doute n'est plus permis : le changement climatique est en marche.

L'élargissement est géographique. La déforestation de la forêt amazonienne n'exerce plus un quasi monopole, désormais elle est concurrencée par l'Indonésie puis à partir de 2006, l'Afrique équatoriale. Cette fois, les origines de la déforestation sont explicitées, qu'il s'agisse des biocarburants au Brésil, des plantations pour l'huile de palme en Indonésie ou de l'exploitation illégale des bois en Afrique équatoriale.

Répartition par thèmes 2004 - 2010	%	Répartition par types de forêt 2004 - 2010	%	Répartition par pays 2004 - 2010	%
Déforestation	24	Equatoriale	40	Brésil	19
Incendie	17	Tropophile tropicale et savanne	2	Etats-Unis	4
Puits de carbone	17	Tempérée caldusifoliée	20	Canada	6
Sécheresse	12	Tempérée mélangée	4	Autres états américains	2
Migration	8	Végétation de haute montagne	5	Divers états africains	3
Biocarburants	4	Végétation méditerranéenne	24	Congo	4
Huile de palme	4	Taïga	3	Autres états Afrique équatoriale	2
Tempêtes	4	Toundra	1	Indonésie	12
Dépérissement	3	Steppe tempérée	1	Autres états Asie du Sud	2
Biodiversité	3			Australie	4
Désertification	2			Portugal	3
Invasions biologiques	2			France	32
Total	100		100	Autres états du Sud de l'Europe	3
				Europe continentale	4
				Total	100

Tableau n° 3

Au sujet de l'Indonésie jusqu'en 2006, la référence est fournie par les grands incendies de 1997 attribués à l'époque au Niño et commentés ensuite au travers de l'effet de serre. A présent, l'attention se porte sur la déforestation d'autant qu'en décembre 2007 se déroule à Bali la conférence des Nations Unies sur le changement climatique. Greenpeace engage donc une campagne dès le début de l'année 2007 afin de dénoncer la déforestation sur les sols tourbeux de la province de Riau, et celle qu'effectue la société privée Duta Palma sur l'île de Sumatra. L'association écologiste diffuse des images sur le sujet qui seront reprises dans les reportages que leur consacrent Arte, CanalPlus et France 2. Ces images sont classiques : la vue aérienne d'un incendie, la vue au sol du feu et le résultat après incendie dans une vaste plaine sont complétés par la vue aérienne d'une plantation de palmiers à huile.

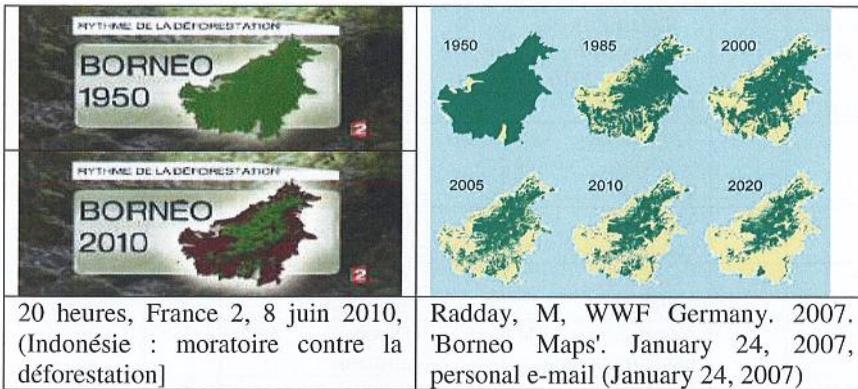


Figure n° 3. Représentations cartographiques de la déforestation à Bornéo

L'ampleur de la déforestation sur l'île de Bornéo est également dénoncée grâce aux cartes qui montrent la progression du phénomène et sa projection jusqu'en 2020 (figure n° 3), cartes qui résultent d'un travail effectué par le WWF en janvier 2005, et que reprennent les télévisions via Greenpeace en 2010.

Le risque climatique lié à la carbonisation des massifs indonésiens est donc clairement dénoncé, ainsi que ses conséquences sur la biodiversité et les populations de la forêt. Mais cette période demeure dominée par les conséquences forestières dues au changement climatique. Sur ce point, la France et l'Europe, surtout dans leur partie méditerranéenne, sont surreprésentées. Celle-ci est menacée et menaçante, menacée par les incendies en France et au Portugal comme en Australie et menaçante car les projections indiquent que son aire de répartition pourrait gagner Paris. L'enjeu est important. Il faut montrer les effets à court terme du changement climatique et l'épisode caniculaire de 2003 compte beaucoup en raison des incendies qu'il a provoqués. La nature change et la forêt le montre, avec par exemple les chênes de Vierzon<sup>11</sup> qui dépérissent et font l'objet d'un reportage en 2006. Des espèces déclarées parasites migrent, telle la chenille processionnaire<sup>12</sup>. Le paysage forestier évolue comme le suggère par infographie un reportage dans le 20 heures de TF1 du 15 février 2005 signalant la remontée en latitude du chêne vert et du pin maritime<sup>13</sup>.

Parmi les conséquences, figure les catastrophes amazoniennes. Ainsi, en octobre 2005, TF1 diffuse un reportage sur la carence pluviométrique qui frappe cette région du monde, d'où l'assèchement du fleuve Amazone et les incendies dans sa forêt. Son avenir s'annonce sombre : la désertification est au bout de la déforestation massive et du réchauffement climatique. Sting, dans *Vivement*

<sup>11</sup> TF1, JT de 20 heures, [Bio diversité forêt de chênes Vierzon], 22 mai 2006.

<sup>12</sup> France 2, JT de 20 heures, [climat : les petites bêtes], 28 décembre 2006

<sup>13</sup> TF1, JT de 20 heures, [Les changements climatiques], 15 février 2005.

*dimanche*, avait déjà énoncé ce scénario en 1989<sup>14</sup>. Le 19 décembre 2000, *E = M6* ressort cette hypothèse en s'appuyant sur les travaux de Peter Cox, un scientifique anglais du Hadley Centre. On retrouve celui-ci dans un documentaire diffusé le 3 avril 2007<sup>15</sup> sur France 5. Il développe alors l'hypothèse haute du relèvement des températures et use d'une animation pour accréditer le cliché du désert qui remplace la forêt.

Cette recherche s'arrête au 30 juin 2010. Depuis, il y a eu Copenhague, mais cela n'a rien changé à la tendance d'ensemble : le changement climatique sert à expliquer toutes les modifications naturelles et toutes les violences climatiques. Peu importe que l'été soit chaud, l'hiver doux ou froid ; que l'hexagone soit frappé par des tempêtes, les Etats-Unis par des cyclones ; que des arbres dépérissent et que d'autres brûlent en été. Tout peut être relié au changement climatique. Les « catastrophes écologiques » qui avaient échappé à cette interprétation sont revisitées sous l'angle de l'effet de serre, comme ce fut le cas pour les tempêtes de décembre 1999. Qu'il s'agisse des journalistes ou des organisations écologistes, l'hypothèse « haute », c'est-à-dire la pire est toujours celle qui est commentée. Cet imaginaire de l'épouvante dixit Henri-Pierre Jeudy, devrait nous responsabiliser et pousser le politique à agir<sup>16</sup>.

Comme cause, la forêt occupe une grande place. Les conséquences de la déforestation équivalent à celles du réchauffement climatique puisqu'elle fait partie des émissions de GES. Dès le début, la forêt est donc au cœur de leur effet. Mais, à mesure que l'accent porte sur les conséquences, la part de la forêt décroît. Elle revient toutefois au premier plan avec les incendies et la tempête de 1999. Comme les transformations qui l'affectent en profondeur sont difficiles à montrer, les journalistes utilisent des projections cartographiques, des animations, des appareils de mesure, etc. et insistent sur la responsabilité des citoyens, d'où la nécessité d'économiser l'énergie et d'avoir des comportements écoresponsables. Or, en matière forestière, l'action se résume à planter un arbre<sup>17</sup> !

Enfin derrière ces relations entre la forêt et le changement climatique, figurent les mythes construits à la fin du XVIII<sup>e</sup> et au début du XIX<sup>e</sup> siècle : le désert qui précède la forêt, la forêt qui épure l'air de ses impuretés ; figurent également les clichés relatifs au déboisement des montagnes et exploités dans le cadre d'une nouvelle problématique.

<sup>14</sup> TF1, « joyeux anniversaire », *Sacrée soirée*, 12 avril 1989.

<sup>15</sup> M6, *E=M6 Spécial*, « Le climat est-il détraqué ? », 19 décembre 2000. France 5, « Climat en crise », 3 avril 2007.

<sup>16</sup> JEUDY H-P, *Le Désir de catastrophe*, Belval : Circé, 2010, p. 190.

<sup>17</sup> COMBY J-B, « Quand l'environnement devient « médiatique ». Conditions et effets de l'institutionnalisation d'une spécialité journalistique », *Réseaux*, 2009, pp. 157-190.

## LA FORET ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE : TENIR COMPTE DU PASSE POUR ENVISAGER L'AVENIR ?

par Jean-Luc PEYRON\*

La prise en compte du changement climatique dans la gestion forestière conduit la communauté forestière à se projeter vers l'avenir d'une façon nouvelle. Cette adaptation n'est pas immédiate et incite à s'interroger sur ce que l'on peut anticiper, sur les progrès souhaitables et accessibles du point de vue de la connaissance, ainsi que sur la part des incertitudes qui, de toute façon, perdureront et devront être prises en compte. Car la foresterie s'est en effet assez largement constituée autour de l'idée que l'objectif est d'obtenir une structure relativement stable, du moins à une certaine échelle. En écologie, la notion de climax a représenté cet équilibre d'une formation végétale soumise aux seuls éléments naturels. En matière d'aménagement des forêts, c'est l'état normal qui symbolise l'équilibre idéal des arbres du point de vue de leur âge ou de leur taille. Ce fut mis en pratique sous la forme du « à tire-et-aire », système où les coupes progressent de proche en proche sur des surfaces équivalentes. Cela a entraîné la rigidité des « affectations permanentes », l'idée que des ensembles de parcelles contiguës seraient régénérés selon un cycle indéfiniment renouvelé.

Ces schémas théoriques ont néanmoins coexisté ou alterné avec la conscience des impondérables et leur prise en compte. Ainsi, la constitution d'un tiers ou quart en réserve dans chaque forêt ne servait pas seulement à assurer la formation de bois d'œuvre ; elle représentait également un stock dans lequel il était possible de puiser en cas de besoin. Ainsi, en opposition à la méthode des affectations permanentes, s'est développée celle du quartier bleu qui permet d'organiser le renouvellement des peuplements dans l'espace et dans le temps. En ce qui concerne la régulation des prélèvements, la souplesse est conçue pour anticiper ou retarder les coupes prévues de cinq ans. C'est dans ce cadre qu'arrive le changement climatique. Qu'implique-t-il exactement ? Quelles sont ses conséquences sur la gestion forestière ? Ces questions sont devenues prégnantes depuis quelque temps déjà, mais la réponse demeure fluctuante. Cessera-t-elle de l'être d'ailleurs un jour ? Les propriétaires et gestionnaires forestiers doivent être prêts à trancher malgré l'incertitude des connaissances.

Il s'agit ici de faire le point sur leur état en matière de changement climatique. Comment fonder l'action future compte tenu des certitudes que nous avons et des incertitudes que nous sentons ? Ce sera l'objet de la seconde partie de

---

\* GIP ECOFOR, 42 rue Scheffer, 75116 Paris (<http://www.gip-ecofor.org/>)

cet article. Mais auparavant, il n'est pas inutile d'analyser les enseignements passés afin d'apprécier les phénomènes qui se dessinent à long terme.

## I - QUE NOUS APPREND LE PASSE ?

Les relations entre la forêt plus généralement les organismes vivants, et les changements climatiques s'étudient dans le passé à plusieurs échelles de temps. Trois sont ici considérées. La première remonte aux origines de la vie sur Terre, il y a quelques milliards d'années. Plus récemment, l'alternance de périodes glaciaires et interglaciaires au cours des derniers millions et milliers d'années constitue un précédent comparable, en dépit de différences notables. Enfin, le suivi du changement climatique actuel est indispensable à la simulation des tendances et perturbations futures.

### *Il y a quelques milliards d'années : les prémices*

Au cours de la période qui a suivi la constitution de la Terre, il y a un peu plus de quatre milliards et demi d'années, notre planète a subi de nombreuses collisions avec des astéroïdes, météorites et comètes. On pense aujourd'hui que l'eau de nos mers provient de ces corps extra-terrestres. Il y a deux à quatre milliards d'années sont apparues les premières formes de vie sur Terre. Le volcanisme engendre alors un effet de serre qui compense le faible éclat du soleil et entretient des sources hydrothermales au fond des océans. Cette eau, dont l'état est liquide en raison des conditions de température et de pression, permet l'apparition de la vie et la protège, à grande profondeur, des rayons ultra-violets que l'atmosphère ne parvient pas à arrêter.

Dans ces conditions, des molécules organiques simples se créent puis se complexifient pour former des macromolécules capables de réplication (ARN, ADN). Naissent ainsi des bactéries anaérobies (l'atmosphère contenant peu d'oxygène à cette époque), certaines émettant du méthane et augmentant donc l'effet de serre. Cependant, presque simultanément, des cyanobactéries (algues bleues) se développent d'autant plus rapidement qu'elles utilisent la photosynthèse, élaborent de la matière organique à partir d'éléments minéraux et sont donc dotées d'une grande autonomie. Il en résulte une augmentation de la teneur en oxygène : l'océan se vide de sa vie antérieure anaérobie, les minéraux s'oxydent, l'atmosphère perd son gaz carbonique et, avec lui, sa capacité à maintenir un effet de serre. Ces phénomènes engendrent une énorme glaciation qui va geler l'essentiel de la vie sur Terre (Kasting, Catling, 2003 ; Peyron, 2006).

Ainsi, les cyanobactéries ont détruit la vie anaérobie qui les a précédées. En réduisant l'effet de serre, elles se sont exterminées, sauf à proximité des sources hydrothermales. La vie ne reprendra que grâce à la tectonique et au volcanisme qui remobiliseront et rejetteront dans l'air, sous forme de gaz carbonique, le carbone stocké précédemment dans les sédiments au fur et à mesure

qu'il quittait l'atmosphère. Aux premiers temps de la Terre, la vie a donc influé sur le climat autant que l'inverse.

*Il y a quelques millénaires : les expériences*

Changeons maintenant d'échelle de temps pour compter en millions ou milliers d'années plutôt qu'en milliards. Au cours des deux derniers millions d'années, la végétation en général et les forêts en particulier ont connu dix-sept alternances de périodes chaudes et froides, de phases d'extension et de régression alors que les calottes glaciaires faisaient l'inverse. Ces phénomènes migratoires nous concernent car ils ont influencé l'espèce humaine et sont accessibles grâce aux méthodes scientifiques comme la palynologie et la génétique.

Les migrations de la végétation ont opéré plus aisément en Amérique du Nord, où les reliefs sont orientés Nord-Sud, qu'en Europe, où les chaînes de montagne et la mer Méditerranée sont orientées Est-Ouest. C'est ainsi que des espèces ont été acculées contre des barrières orographiques ou maritimes infranchissables si bien que la diversité biologique est aujourd'hui moins forte en Europe qu'en Amérique du Nord, aux mêmes latitudes.

Une de ces migrations a été analysée à la faveur d'un grand projet communautaire (Kremer, Petit, Ducouso, 2002) : celle de la recolonisation de l'Europe par les chênes à l'issue de la dernière glaciation vers 10 à 12 000 ans avant le présent. Les chênes constituent une composante majeure des forêts européennes. Durant la dernière glaciation, soit 100 000 ans, ils se sont maintenus dans trois zones refuges : les péninsules ibérique, italienne et balkanique. Leurs populations sont restées suffisamment longtemps séparées pour se différencier au plan génétique. A la fin de la glaciation, le réchauffement et le retrait des glaciers leur ont permis de conquérir l'Europe.

La chronologie de cette migration a pu être reconstituée en exploitant la banque européenne des données polliniques. En 6 000 ans environ, entre 13 000 et 7 000 ans avant le présent, les chênes ont progressé de l'Europe du Sud jusqu'à l'Ecosse et à la Scandinavie à la vitesse moyenne de quelques centaines de mètres par an. Cette vitesse est stupéfiante lorsque l'on sait que les glands sont des graines lourdes et que les semenciers ne sont fertiles qu'après plusieurs décennies. Pour l'expliquer, il faut qu'il y ait eu, outre les modes communs de dispersion, des transports inhabituels, rares et lointains, et pouvant créer en avant du front de migration des îlots pionniers progressant de manière autonome avant d'être rejoints, au bout de plusieurs générations, par les effets de la diffusion classique. Les instigateurs pourraient en être les geais et autres corvidés, les cours d'eau, ou encore l'homme.

Parallèlement, une analyse génétique des chênaies en place a été réalisée pour tenter de relier les populations actuelles à leurs ancêtres des zones refuges. Six lignées ont été identifiées, suffisamment bien localisées pour connaître les itinéraires empruntés. L'homme n'aurait donc pas effectué de transferts massifs de graines, ce qui n'exclut pas une influence anthropique en ce qui concerne les

fortes migrations d'Est en Ouest, par exemple des Balkans ou d'Italie jusqu'en Catalogne. Les analyses génétiques révèlent également le rôle des flux de pollen pour gommer en quelques générations les différences entre populations si bien que la diversité génétique à l'échelle d'une forêt est presque aussi forte qu'à celle de l'Europe. Cependant, une fois les chênaies installées, les conditions locales exercent une sélection qui induit une différenciation géographique sur laquelle les flux de pollen n'ont pas d'effet. Il semble en outre que l'hybridation entre chênes pédonculé et sessile a facilité la diffusion de ce dernier. Doté d'un plus grand pouvoir de colonisation, le chêne pédonculé s'est installé en premier et a subi des flux de pollen de la part du chêne sessile : des hybrides se sont créés qui ont subi des flux de pollen jusqu'à ce que les nouvelles générations contiennent une proportion importante de chêne sessile là où, auparavant, il n'y avait que du chêne pédonculé. De fait, la progression du chêne sessile a pu s'effectuer ainsi au même rythme ou presque que celle du chêne pédonculé.

Au final, les chênes sont dotés de multiples capacités de colonisation passant par des transferts de graines à longue distance, de puissants flux de pollen et une hybridation interspécifique unidirectionnelle. Il est probable que ces qualités résultent de la sélection génétique qui s'opéra grâce aux migrations associées aux alternances entre périodes glaciaires et interglaciaires. Cependant, face au changement climatique qui correspond à des déplacements de conditions environnementales de quelques kilomètres par an, la vitesse de migration des chênes de quelques centaines de mètres par an, remarquables du point de vue de la dynamique de la végétation, reste notoirement insuffisante.

#### *Sur quelques décennies : les observations*

A la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, le naturaliste et physicien suisse Horace Bénédicte de Saussure (1740-1799) ne s'est pas contenté d'être le premier à atteindre le sommet du Mont-Blanc ; il est aussi le premier à identifier l'enveloppe atmosphérique de la Terre à une serre. Au début du XVIII<sup>e</sup> siècle, les pionniers de la thermodynamique français Sadi Carnot<sup>1</sup> (1796-1832) et Joseph Fourier (1786-1830) étudient ce phénomène et évoquent déjà son amplification éventuelle par le développement industriel. En 1861, le physicien irlandais John Tyndall (1820-1893) met en évidence le rôle essentiel de la vapeur d'eau et du dioxyde de carbone dans la constitution de cet effet de serre. A la charnière entre les XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles, le chimiste suédois Arrhénius (1859-1927) estime qu'un doublement de la concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub> pourrait accroître de 4 à 6°C la température moyenne du globe, estimations très proches de celles que fait le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC ; IPCC-WG1, 2007).

---

<sup>1</sup> Nicolas Léonard Sadi Carnot, fils de « l'Organisateur de la victoire », Lazare Carnot (1753-1823), ne doit pas être confondu avec son neveu Marie François Sadi Carnot, dit aussi Sadi-Carnot, Président de la République française de 1887 jusqu'à son assassinat à Lyon en 1894 par l'anarchiste Caserio.

Cette augmentation de 40 % de la concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub> constatée depuis le début de l'ère industrielle suffit à induire un changement climatique significatif. Mais elle est très inférieure à celle que l'on attend dans les décennies futures car les relevés de température et de pluviométrie faites par Météo France montrent sur un siècle des évolutions significatives (Moisselin et al., 2002). La température moyenne s'est ainsi accrue de 0,9°C au cours du XX<sup>e</sup> siècle, mais avec cependant des disparités régionales : de 0,7°C dans le Nord-Est de la France métropolitaine à 1,1°C dans le Sud-Ouest. Ces chiffres correspondent à un glissement du climat de 1,8 km par an en moyenne. Les températures minimales se sont plus accrues (de +0,8°C dans l'Est à 1,6°C dans l'Ouest) que les températures maximales (de +0,1°C dans le Nord à +1,1°C dans le Sud). L'amplitude journalière a donc largement décliné. Quant à la pluviométrie, elle a légèrement augmenté ; mais dans le Nord et en hiver : les écarts sont donc plus grands, aussi bien entre le Nord et le Sud qu'entre l'hiver et l'été.

Dans quelle mesure ces évolutions résultent-elles du renforcement de l'action anthropique de l'effet de serre ? Les conditions climatiques reflètent aussi bien d'autres facteurs, comme les éruptions volcaniques, les oscillations océaniques ou l'utilisation du territoire. Celle-ci agit notamment sur l'albédo qui caractérise la réflexion du rayonnement solaire incident du fait des propriétés de l'atmosphère (nuages, poussières et particules atmosphériques en suspension...) et de la composition de la surface terrestre (végétation, neige, zone minérale, mer, océan...), (voir à ce sujet la communication de Monsieur Lucien Dorize). Ainsi, si l'évolution du climat provient en grande partie au renforcement de l'effet de serre, elle ne saurait lui être totalement attribuée (IPCC-WG1, 2007). D'autant que le climat comporte en soi une part importante de variabilité, y compris l'occurrence d'événements exceptionnels. Le changement climatique peut contribuer à renforcer la fréquence, l'intensité ou l'ampleur de ceux-ci quoiqu'il soit difficile de mettre en évidence cette action sans observations sur une très longue durée avec des protocoles et des instruments de mesure constants, ce qui est rare au-delà de cinquante ans.

Le changement climatique affecte donc la végétation et sa dynamique d'une manière difficile à analyser (Cacot, Peyron, 2009) :

La première concerne les événements extrêmes. Par exemple les tempêtes en France seraient peu sensibles au changement climatique, mais elles affectent d'autant plus les forêts, augmentent la productivité des arbres et l'humidité des sols en hiver (Biro, Landmann, Bonhême, 2009). En revanche, le changement climatique est mieux corrélé avec les sécheresses et les incendies. Quant aux dépérissements, ils sont souvent complexes et amplifiés par les changements (Nageleisen et al., 2010) ;

La deuxième est que ces crises arrivent de manière plus ou moins brutale en fonction de facteurs à la fois prédisposants, déclenchants et aggravants : le changement climatique y contribue à plusieurs niveaux ;

La troisième est la manifestation de ces tendances qui se manifestent au bout d'un temps plus ou moins long selon les phénomènes (Massu, Landmann, 2011). La phénologie d'abord réagit très rapidement (débourrement précoce si l'hiver est chaud et ensoleillé). Les déplacements d'aires de distribution des espèces ensuite s'observent plus rapidement pour la faune que pour la flore du fait de sa mobilité, et davantage en montagne qu'en plaine du fait de la proximité entre différentes conditions climatiques (Lenoir et al., 2008) ; il en va de même enfin des invasions biologiques (voir à ce sujet la communication de Monsieur Guillaume Decocq). Les variations de productivité jouent alors de façon cumulative sur le stock de biomasse ligneuse ou de carbone du sol ;

Enfin, ces tendances proviennent de causes concomitantes, le changement climatique occupant une place plus ou moins grande : la phénologie est clairement réactive par rapport au climat ; à l'inverse, les augmentations de productivité connues jusqu'à présent sont sans doute restées peu sensibles au climat et résultent davantage des dépôts d'azote dus à l'agriculture et aux transports (Bontemps, 2006). Quant aux invasions biologiques que nous subissons, elles sont liées pour l'heure aux déplacements des personnes et des marchandises (Nageleisen et al., 2010).

La relation entre les évolutions ou crises affectant les forêts et le changement climatique est représentée sur la figure n°1 en deux dimensions : celle du lien plus ou moins fort au changement climatique et celle de la rapidité de développement du phénomène en cause.

## **II - SUR QUOI FONDER L'ACTION FUTURE ?**

Le contexte du changement climatique crée des conditions très différentes de celles dans lesquelles s'exerçait la gestion forestière. Il impose la recherche d'informations nouvelles. Mais comme l'avenir demeure imprévisible, l'incertitude n'est pas réductible par la science. Ainsi, les décisions ne peuvent être prises qu'en fonction du savoir actuel, dont l'imperfection est aggravée par le développement du changement climatique. Dans ces conditions, s'interroger sur la manière de s'adapter au changement climatique nécessite de clarifier ce que l'on sait ou non (Legay, Peyron, Riou-Nivert, 2009). Les incertitudes présentes empêchent d'avancer des recettes valables en toute circonstance et conduisent à formuler des principes d'action que chaque décideur devra adapter aux situations rencontrées.

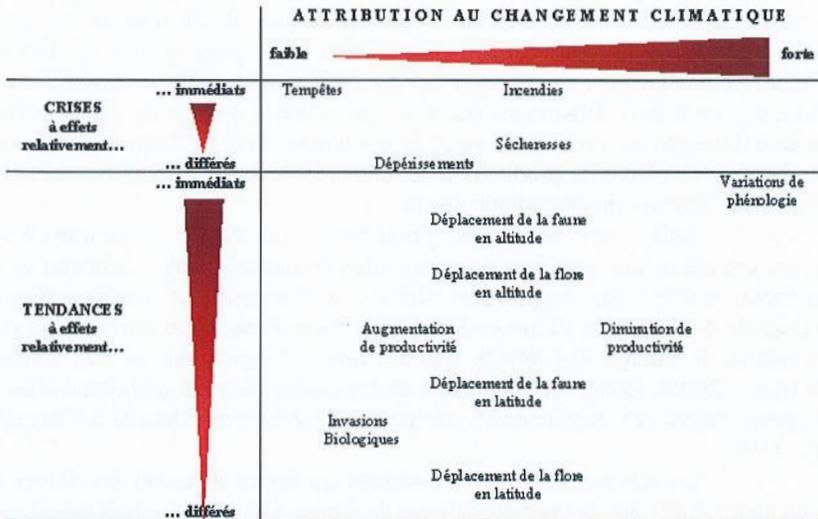


Figure n°1 : Essai de classification des phénomènes susceptibles de résulter du changement climatique. La nature des phénomènes est représentée verticalement, depuis les crises brutales, en haut, jusqu'aux tendances très lentes, en bas. Leur corrélation estimée au changement climatique, selon les observations effectives, est représentée horizontalement, de 0% à gauche à 100% à droite.

### *Les certitudes*

En matière de changement climatique, loin d'être absolues les certitudes reposent sur un faisceau de présomptions constituant des bases plausibles pour imaginer partiellement le futur. Elles portent sur une succession de processus à commencer par l'influence du développement socio-économique sur les déterminants du climat, notamment atmosphériques (figure n°2). Comme nous l'avons dit, en modifiant la composition atmosphérique en gaz à effet de serre, dont le gaz carbonique, les activités humaines renforcent l'effet de serre et modifient l'utilisation du sol, qui par conséquent agit sur les propriétés de réflexion (albédo) de la surface terrestre (IPCC-WG1, 2007).

Les déterminants climatiques étant modifiés sans pouvoir retrouver leur niveau initial avant, au mieux, des décennies, une évolution du climat est assurée. Elle affectera le XXI<sup>e</sup> siècle et sera durable. Tous les modèles climatiques actuels, il en existe plus de 20, le confirment. Il n'est pas sûr cependant que localement et à moyen terme, la variabilité naturelle spatio-temporelle du climat ne

masque pas en partie la tendance planétaire de long terme. Il ne faut donc pas forcément s'attendre, en un lieu donné, à un réchauffement progressif et continu des températures moyennes. Des travaux sont conduits pour améliorer la modélisation du climat à l'échelle régionale.

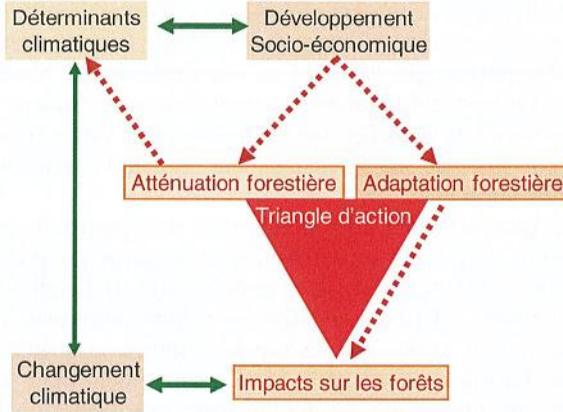


Figure n°2 : Origines, conséquences et modes de réduction du changement climatique. Le développement socio-économique intervient sur les déterminants climatiques de manière plus ou moins grande selon la croissance démographique, l'élévation du niveau de vie, les progrès technologiques, les choix énergétiques, les modes d'utilisation du territoire. Le changement climatique qui en résulte influence les milieux et activités, parmi lesquels les forêts et leur gestion. Deux grandes réponses peuvent être développées : la première contribue à l'atténuation du changement climatique et à la lutte contre l'effet de serre en promouvant un usage forestier des terres doublé d'une gestion qui fixe du carbone et soutienne la réduction des émissions de gaz à effet de serre ; elle agit directement en amont sur les déterminants climatiques et indirectement sur les impacts ; la seconde est une adaptation au changement climatique attendu et cherche à maîtriser la vulnérabilité des forêts face à ce phénomène ; elle vient réduire directement les impacts. (D'après IPCC).

L'enjeu suivant consistera à appréhender les impacts du changement climatique sur les forêts. Pour imaginer le futur, les observations passées sont utiles mais ne suffisent pas. Dans le cas de la France, on prévoit deux grands types d'impacts (Cacot, Peyron, 2009) :

- L'augmentation de la productivité, constatée dans les forêts françaises et européennes et due pour l'essentiel aux dépôts azotés issus de l'agriculture et des activités humaines, pourrait se poursuivre à moyen terme avec des causes plus directement liées au changement climatique, comme le réchauffement général et l'augmentation de la teneur en CO<sub>2</sub> de l'atmosphère (Bontemps, 2006). Cependant une diminution de productivité est ensuite attendue quand les contraintes hydriques se feront plus aiguës (Loustau, coord., 2004). Celle-ci pourrait d'ailleurs déjà s'amorcer dans les forêts de la zone méditerranéenne (Vennetier, 2005). La phénologie des espèces est évidemment modifiée par ces nouvelles conditions qui étendent la saison de végétation mais arrêtent la croissance de la végétation sous l'effet de la sécheresse. La biologie des sols, et donc la fertilité, pourrait également être affectée par le changement climatique, phénomène surtout sensible dans les forêts nordiques.

- Le déplacement des aires potentielles de répartition des espèces est attendu selon plusieurs projets de recherche parmi lesquels les projets Carbofor (Loustau, coordinateur, 2004), Qdiv (sous la coordination de Leadley) et Climator (Brisson, Levraut, coord., 2010). Les espèces méditerranéennes et aquitaines progresseraient vers le nord, tandis que les espèces alpines se maintiendraient aux plus hautes altitudes. Le pin sylvestre et le hêtre connaîtraient donc une réduction considérable de leur aire potentielle, ce dernier étant très menacé à l'ouest et au centre de la France. L'aire des chênes sessile et pédonculé se réduirait également. L'ampleur de ces déplacements dépend évidemment du développement socioéconomique et de l'intensité de ses effets sur les déterminants climatiques. Des invasions biologiques sont probables du fait de ces déplacements et des ruptures d'équilibre écologique qui s'ensuivent : elles concernent la faune comme la flore.

La seule certitude est qu'on ne pourra pas juguler totalement le changement climatique ; il affectera donc forcément la forêt. Ces conséquences devront être réduites autant que possible et l'adaptation au changement climatique est donc nécessaire.

### *Les incertitudes*

La description des certitudes qui s'imposent aux forestiers indique déjà certaines limites de savoirs et de connaissances. La principale incertitude est sans doute celle qui tient au développement socio-économique futur (IPCC, 2000 ; IPCC-WG2, 2007). Celui-ci est envisagé sous forme de scénarios, récemment révisés, dont la logique tient en quelques questions. Les sociétés humaines rechercheront-elles la consommation matérielle immédiate (scénarios A1 et A2) ou l'évolution durable sous-tendue par l'esprit d'équité et la préservation de l'environnement (scénarios B1 et B2) ? Interviendront-elles sur une scène mondialisée (scénarios A1 et B1) ou soumise, aux aspirations régionales (scénarios A2 et B2) ? Les énergies utilisées laisseront-elles une large part aux ressources fossiles, résulteront-elles de nouvelles technologies propres ou seront-elles très diversifiées (sous-scénarios FI, T et B du scénario A1) ? Autant de questions

auxquelles il est difficile de répondre. C'est pourquoi plusieurs types de développements socio-économiques sont envisagés, aucun d'eux ne pouvant être déclaré plus probable que les autres. Aussi serait-il souhaitable de toujours se référer à plusieurs scénarios pour apprécier la gamme des futurs possibles. Par exemple, la concentration atmosphérique en gaz à effet de serre, estimée en 1990 à 400 parties par millions d'équivalent CO<sub>2</sub>, passerait à la fin du XXI<sup>e</sup> siècle à 600, 700, 800, 850, 1250 et 1550 parties par millions d'équivalent CO<sub>2</sub> dans les scénarios, B1, A1T, B2, A1B, A2 et A1FI.

Les modèles climatiques de circulation générale traduisent les conséquences de ces scénarios en paramètres climatiques tels que température et pluviométrie en différents points du globe selon les saisons avec indication de la variabilité correspondante. Une vingtaine de ces modèles existe. Si on s'intéresse par exemple à la température moyenne de la planète qu'ils modélisent, la meilleure estimation du réchauffement entre la fin du XX<sup>e</sup> siècle (période 1980-1999) et la fin du XXI<sup>e</sup> siècle (période 2080-2099) serait de 1,8 à 4,0°C selon le scénario, à laquelle il conviendrait d'ajouter l'augmentation de 0,5°C depuis le début de l'ère industrielle. Cependant, compte tenu des écarts existant entre les prévisions climatiques, ce réchauffement pourrait varier entre 1,1°C et 6,4°C. Ces indications illustrent les différences entre modèles climatiques. Encore n'intègrent-elles pas les erreurs portant sur les phénomènes trop mal connus pour être modélisables.

Les modèles de circulation générale utilisent une description relative à l'ensemble planétaire, mais assez grossière, à la résolution de 280 kilomètres (la France correspond alors à 7 mailles) alors qu'il est important de prendre en compte le changement de climat à une échelle beaucoup plus fine (par exemple à la résolution de 50 km qui utilise 220 mailles pour couvrir la France). Un second modèle de climat est donc nécessaire, qui apporte une précision locale par rapport aux modèles de circulation générale, mais qui renvoie à des hypothèses engendrant leur part d'incertitude.

Une fois estimé le climat local à différents horizons temporels et pour plusieurs scénarios, on peut envisager d'analyser les effets du changement climatique sur la végétation. Mais on a vu qu'il est délicat de lui attribuer une partie des phénomènes observés tels que les événements extrêmes, les déplacements d'aires de végétation ou les variations de productivité. C'est dire si les impacts futurs du changement climatique sur la végétation sont médiocrement appréhendés. Deux sortes de modèles permettent de le faire. Les modèles « mécanistes » reproduisent l'influence des paramètres climatiques (températures, rayonnement, précipitations, vitesse du vent...) sur le fonctionnement des écosystèmes (régénération, croissance, mortalité, plasticité, sélection, migration...). Leur calibration est cependant difficile, ce qui explique qu'on utilise plutôt des modèles « de niche ». Ceux-ci sont fondés sur la probabilité de présence des différentes espèces en fonction de paramètres climatiques déterminants (et éventuellement d'autres paramètres, édaphiques par exemple). Cette probabilité est estimée à partir de la répartition actuelle des espèces (qui peut cependant ne couvrir qu'une partie de

l'aire potentielle), puis appliquée aux paramètres climatiques futurs pour estimer la probabilité de présence future de l'espèce. Ces modèles statistiques ne disent rien de la dynamique avec laquelle devrait se faire la transition vers la répartition probable future. Ils sont cependant considérés simples et fiables. C'est sur eux que l'on fonde le plus souvent les raisonnements. Les premiers résultats d'un tel modèle pour la France, au terme du projet de recherche Carbofor, ont eu le mérite d'attirer l'attention sur la nécessité de réfléchir à l'adaptation des forêts au changement climatique (Loustau, coord., 2004).

Pour réfléchir à l'adaptation des pratiques forestières, il faut apprécier correctement ses conséquences. Ce n'est pas immédiat, d'autant que le changement climatique conduit hors des pratiques connues.

Ainsi, les incertitudes demeurent nombreuses et, s'il faut en être convaincu, ce n'est pas pour éviter d'agir mais pour agir de manière adéquate : il faut non seulement réduire les incertitudes, mais aussi apprendre à gérer celles qui persistent, certaines continuant à subsister encore longtemps. Prendre cela en compte suppose d'explorer tous les futurs possibles avant de prendre une décision. Au niveau des actions envisageables, il convient de comparer les options possibles et de se laisser la possibilité d'en mettre en œuvre plusieurs pour partager les risques. Deux types d'action seront à privilégier : les mesures les plus réversibles qui permettent d'intégrer les informations à mesure qu'elles apparaissent ; les mesures les plus opportunes que le changement climatique soit effectif ou non.

### *Les principes d'action*

La stratégie du gestionnaire forestier dépend des réponses apportées aux questions relatives aux objectifs poursuivis, à la sélection des essences, au système sylvicole, au terme d'exploitabilité et à la densité des peuplements. Quelles conséquences le changement climatique a-t-il sur chacune d'elles ? Lorsqu'on s'intéresse à l'adaptation des forêts au changement climatique, on précise rarement s'il s'agit de préserver la production de bois, la fixation de carbone, le maintien de la biodiversité ou la conservation du paysage. Or, selon l'objectif assigné à une forêt donnée, l'adaptation revêt des aspects différents. Le premier principe d'action consiste donc à rappeler les critères de la gestion avant d'entamer une démarche d'adaptation. Elle s'intéressera alors aux conséquences potentielles du changement climatique selon ces critères avant d'en profiter ou de les évincer.

Le choix des essences permettant de réaliser ces objectifs doit respecter l'adaptation à la station. Mais dans le cas particulier du changement climatique, il importe que les essences ou provenances envisagées conviennent à la situation actuelle et aux conditions à venir. Il en résulte que l'ensemble des essences ou des provenances acceptables se réduit d'autant plus que le changement climatique est plus intense, la station plus pauvre, et la capacité d'adaptation des peuplements plus faible. Or, cet ensemble doit non seulement ne pas être vide, mais être suffisamment riche pour permettre une certaine diversité des choix face à l'incertitude du futur. Finalement, le gestionnaire forestier devra éviter de restreindre

a priori la liste des essences ou des provenances acceptables pour des motifs qui ne seraient pas dûment justifiés. Cette remarque concerne notamment le matériel végétal dont la productivité serait jugée insuffisante ou l'origine trop lointaine. C'est en fonction de la marge de manœuvre restant après prise en compte du changement climatique que le choix pourra être fait.

En matière de structure et de mode de traitement des peuplements, deux solutions extrêmes sont souvent avancées :

- Un système résistant au changement climatique, fondé sur l'amélioration génétique, les techniques de plantation et, généralement, des essences à croissance rapide permettant de s'affranchir des incertitudes du futur. Il vise à maintenir la production de bois et la fixation de carbone, même si le changement climatique réduit la croissance et les chances de survie des essences en place. Mais il ne résiste qu'à condition d'être adapté aux évolutions en cours sinon sa résilience se révélera faible, à l'image de sa biodiversité.

- Un système résilient, fondé sur des espèces locales, présentant une diversité génétique et spécifique, ainsi qu'un mélange des âges. Il est caractérisé par une structure sinon irrégulière du moins à couvert permanent. Il cherche à maintenir un état boisé et une capacité de production en jouant sur les relais possibles entre essences et arbres au sein d'une structure souple. Sa faiblesse tient cependant aux difficultés d'exploitation qui lui sont associées et à sa résistance médiocre en cas de changement climatique intense affectant la majorité des essences existantes.

Cependant, il convient de remarquer que d'autres systèmes intermédiaires ont aussi leur rôle à jouer, et que ces systèmes sont complémentaires au sein d'une stratégie diversifiée. La réduction des âges d'exploitabilité est généralement suggérée pour deux raisons : d'une part une éventuelle augmentation de productivité permettant d'obtenir plus rapidement le diamètre d'exploitabilité et d'autre part une vulnérabilité accrue pour les arbres gros et vieux face aux risques. Lorsque l'augmentation de productivité est effective, les deux arguments convergent. En revanche, ils se contrarient quand le climat affecte la productivité, comme c'est le cas en zone méditerranéenne. De plus, une réduction de l'âge d'exploitabilité renforce forcément l'effort de régénération, donc l'intensité de la gestion.

La densité des peuplements est largement discutée dans le cadre de l'adaptation des forêts au changement climatique. Sa réduction facilite celle de l'âge d'exploitabilité, améliore la santé et la stabilité des peuplements et s'accompagne d'une diminution de l'indice foliaire, donc d'une meilleure résistance à la sécheresse (Soussana, coord., 2009). Elever la densité assure une plus grande diversité génétique au stade juvénile où la sélection est forte entre les plantules ou les tiges comme au stade du renouvellement qui suppose un nombre suffisant de semenciers (Brigitte Musch, ONF, communication). En fait, il faut avoir conscience que la plupart de ces mesures imposent une sylviculture volontaire, donc un marché des bois particulièrement actif.

La gestion des connaissances est nécessaire dans le cadre de ces données nouvelles particulièrement pour l'adaptation des forêts au changement climatique. Elle concerne le suivi des peuplements, l'analyse de leur capacité d'adaptation, la proposition de modes de gestion adaptés et adaptatifs, la mise en œuvre effective des méthodes préconisées et l'adaptation des processus cognitifs eux-mêmes. Le suivi des peuplements doit être soutenu et stimulé pour mettre en évidence les phénomènes à l'œuvre avant de les comprendre et de les interpréter ; conditions nécessaires afin de caractériser l'état sanitaire des peuplements en liaison avec un système d'alerte, lui aussi à organiser. Beaucoup reste à faire pour apprécier correctement la capacité d'adaptation des peuplements en fonction de leur variabilité génétique (intra-population et inter-population), de leurs caractéristiques écologiques (traits de vie), du sol dans lequel ils croissent (notamment la réserve utile en eau), des interactions entre espèces (notamment entre les agresseurs et leurs hôtes), entre fonctions, entre composantes de l'écosystème, et aussi de l'intensité des changements (Soussana, coord., 2009). Il convient en outre d'appréhender la façon dont du matériel génétique exogène (autres provenances ou autres essences) pourrait se comporter si les circonstances exigeaient d'enrichir la palette des ressources à utiliser.

Le recours à des modes de gestion adaptés et adaptatifs a été commenté au titre de la stratégie du gestionnaire forestier. Mais au-delà des principes généraux énoncés, il reste maints aspects à étudier dans des situations concrètes. Les décisions obligent à mieux concilier recherche et gestion afin que celles-ci reposent sur des connaissances plus élaborées et plus adaptées.

La mise en œuvre effective des méthodes préconisées suppose des efforts importants consentis pour modifier les comportements des gestionnaires et, dans le même temps, les perceptions et les représentations des usagers des forêts. Le recours aux sciences sociales aidera à comprendre les stratégies des acteurs, à identifier leurs inflexions et à suivre chacun sur les voies du changement. Les processus cognitifs sont eux aussi adaptables au contexte du changement climatique. Ils doivent favoriser la coordination des recherches, la diffusion de leurs résultats et la collaboration interdisciplinaire entre chercheurs ressortant des disciplines impliquées, des sciences de la nature ou sciences de la société, les relations entre producteurs et utilisateurs de la recherche, sous forme de recherche finalisée, de recherche-action, de recherche-développement, et de développement forestier (Bourgau, Lerat, Cailmail, 2007 ; Roman-Amat, 2007 ; Meeddm, 2010)...

Dans ce contexte, de changement climatique, les processus de décision méritent d'être profondément repensés. Ils sont appelés à évoluer afin que les décideurs locaux conçoivent eux-mêmes leur stratégie sur la base, certes, d'un cadre général, mais aussi d'une information locale qu'ils maîtrisent bien, plutôt que leur conduite soit dictée d'une manière qui serait forcément réductrice. Cette façon de faire peut être illustrée par la distribution en Afrique des pluviomètres pour favoriser l'adéquation des cultures aux conditions climatiques : « En raison de la forte variabilité spatiale des précipitations, chaque agriculteur ou village peut

décider de ses plantations sur la base de son propre pluviomètre » (Robert Stefanski, Organisation Météorologique Mondiale, communication personnelle). Cette image du pluviomètre doit guider nos pas pour offrir aux forestiers les outils de la connaissance les plus pertinents et les plus efficaces dont ils ont besoin.

Dès lors, les politiques publiques importent énormément dans ces évolutions qui engagent l'ensemble des forestiers et demandent une action préventive forte. Elles s'appuient sur les connaissances disponibles qu'elles ont pour vocation de stimuler dans le sens qui vient d'être précisé. Le changement climatique réclame aussi une bonne gouvernance générale et l'instauration de mécanismes de prévention comportant un important volet de gestion des crises (Bourgau, Lerat, Cailmail, 2007 ; Roman-Amat, 2007).

Cette gouvernance générale renvoie aux plans d'action élaborés dans un cadre participatif, cas en France du Plan national d'adaptation au changement climatique décliné dans les secteurs concernés (Meeddm, 2010). Elle met en cohérence les politiques publiques en gérant leurs contradictions éventuelles. Elle privilégie les approches territoriales tenant compte des paramètres locaux dans la détermination des options acceptables. Elle utilise la réglementation, les incitations et les contrats. Elle coordonne entre les acteurs la diffusion de l'information et la communication relative à l'adaptation des forêts face au changement climatique.

La prévention des risques modifie alors plusieurs aspects de la gestion forestière. Les ressources génétiques forestières sont affectées par le changement climatique, mais constituent un atout pour adapter les autres peuplements et satisfaire les besoins en matériels forestiers de reproduction. Des mesures spécifiques sont nécessaires pour renouveler les peuplements les plus vulnérables. Les espaces naturels protégés méritent de redéfinir leur rôle en fonction du changement climatique. La stimulation de la demande de bois est de nature à faciliter la réalisation d'opérations sylvicoles et donc la mise en œuvre des mesures d'adaptation. La coordination entre acteurs permet de créer collectivement une certaine diversité, lorsqu'elle s'avère nécessaire, et de favoriser les processus naturels, par exemple dans le cadre de la constitution de trames vertes et bleues.

La gestion des crises s'organise différemment selon la nature des risques encourus : incendie, érosion en montagne, développement d'espèces envahissantes, dépérissement, tempête (même si le changement climatique contribue peu en France à ce dernier risque). Dans ces différents cas, des plans de gestion de crise doivent être mis au point et révisés à la lumière des connaissances les plus récentes. L'assurance des risques encourus par les forêts vient d'être modifiée par la loi 2010-874 de modernisation agricole du 27 juillet 2010 mais devra sans doute être amendée à l'avenir, notamment dans le cadre du changement climatique.

L'analyse historique rapide qui a été rappelée montre que la vie a considérablement modifié le climat dans un passé lointain. Plus en rapport avec le changement climatique actuel, les glaciations du Quaternaire indiquent que le réchauffement post-glaciaire s'accompagne d'une colonisation rapide, reposant sur

des processus originaux, mais aussi que celle-ci apparaît insuffisante au regard de la vitesse des changements actuels. Quant à ces derniers, ils sont encore trop faibles et récents pour donner une vision claire du futur.

Avec le changement climatique qui s'annonce, on quitte le champ des observations indispensables mais insuffisantes. L'adaptation des forêts doit donc s'organiser sur la base des connaissances actuelles en tenant compte du fait qu'elles vont évoluer en laissant subsister une part d'incertitude. Si cette caractéristique n'est pas nouvelle en foresterie, sa prise en compte n'appartient pas à la culture des forestiers. Ainsi, l'un des enjeux marquants pour construire le futur est de changer cet état d'esprit, tout en concevant des outils appropriés à de nouveaux modes d'action.

## POUR EN SAVOIR PLUS

### LA GESTION DU RISQUE DANS LES DECISIONS D'AMENAGEMENT FORESTIER

Par Christian BARTHOD

- « Faire face à l'incertitude », *Responsabilité & Environnement*, n°57, Faire face à l'incertitude, 2009.
- ROMAN-AMAT B., *Préparer les forêts françaises au changement climatique*, rapport à MM. les Ministres de l'Agriculture et de la Pêche, et de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables, 2007, 123 p.

### LES INCERTITUDES SUR L'EXPERTISE CLIMATIQUE ET PROSPECTIVE FORESTIERE

Par Lucien DORIZE

- LE ROY LADURIE E., *Histoire du climat depuis l'an Mil*, Flammarion, 1967.
- UNESCO-OMM, « Les changements de climat », *Actes du Colloque de Rome*, 1961, 488 p.
- *Conférence mondiale sur le climat*, Résumés des exposés, Genève, 1979, 336 p.
- *Le ciel ne va pas nous tomber sur la tête*, sous la direction de S. Brunel et J.-R. Pitte, Société de Géographie, JC Lattès, 2010, 352 p.
- PICQ P., *Le monde a-t-il été créé en sept jours ?* Perrin, 2009, p. 25.
- EWALD F., « L'expertise, une illusion nécessaire », *La Terre outragée, les experts sont formels !*, sous la direction de J. Theys et B. Kalaora, Autrement, Paris, 1992, pp. 204 à 209.

### LES CARACTERES CLIMATIQUES DES OLIVERAIES, DES VERGERS ET DES VIGNOBLES EN FRANCE

Par Daniel JOLY

- GANICHOT B., « Evolution de la date des vendanges dans les Côtes-du-Rhône méridionales », *6èmes Rencontres Rhodaniennes*, Ed. Institut Rhodanien, Orange, 2002, pp.38-41.
- GARCIA DE CORTAZAR ATAURI I., BRISSON N., SEGUIN B., « Estimation de l'impact du changement climatique sur les résultats agronomique de la vigne avec le modèle STICS », *Actes Mondiaiviti*, Bordeaux 1 – 2 décembre 2004.
- [http://www.cefe.cnrs.fr/fe/pdf/2004\\_GarciadeCortazaretal\\_Mondiaiviti.pdf](http://www.cefe.cnrs.fr/fe/pdf/2004_GarciadeCortazaretal_Mondiaiviti.pdf)
- GARCIA DE CORTAZAR ATAURI, I., BRISSON, N., JACQUET O., PAYAN, J.C., CLAVERIE, M., SALANÇON, E., FOURNIOUX, J.C., MONAMY, C., LE SUEUR, D., BARBEAU, G., BOTTOIS, N., DUMOT, V.,

GAUDILLERE, J.P., GOUTOULY, J.P., AGUT, C., RODRIGUEZ-LOVELLE, B., RAMEL, J.P., HUARD, F., RIPOCHE, D., LAUNAY M. ? SEGUIN, B., « Evaluation des impacts du changement climatique dans les différents vignobles de France à l'aide du modèle STICS-vigne », *Actes Congrès Climat et Vigne*, Zaragoza, 2007, 8 p.

- GARCIA DE CORTAZAR ATAURI I., « Impacts sur le vignoble, perspectives », *Le Changement climatique: quelles conséquences pour l'agriculture et la sylviculture régionale ? Rencontre Chercheurs/Professionnels*, INRA, Avignon, 2 février 2006.
- GIEC/IPCC, *Climate Change 2007: the AR4 Synthesis Report*, Edited by Rajendra K. Pachauri, IPCC Chairman, Andy Resinger, Head of Technical Support Unit, The Core Writing Team, Published by IPCC, Geneva, Switzerland, 2007.
- <http://www.stats.environnement.developpement-durable.gouv.fr/index.php?id=88>
- JOLY D., BROSSARD T., CARDOT H., CAVAILHÈS J., HILAL M., WAVRESKY P., « Les types de climats en France, une construction spatiale », *Cybergeog : European Journal of Geography*, 501, 2010, <http://cybergeog.revues.org/index23155.html>
- LEBON, E., « Changements climatiques : quelles conséquences prévisibles sur la viticulture ? », *6èmes Rencontres Rhodaniennes*, Ed. Inst. Rhodanien. Orange, France, 2002, pp. 31-36.
- PLANTON S., « A l'échelle des continents : le regard des modèles », *Comptes-rendus de Géoscience*, Volume 335, n°6-7, 2003, pp. 535-543.
- SEGIN B., GARCIA DE CORTAZAR ATAURI I., « Climate warning : consequences for viticulture and the notion of «terroirs» in Europe », *Proceedings of The Seventh International Symposium of Vineyard Physiology and Biotechnology*, 21-25 juin Davis (USA), Acta Horticulturae, 689, 2004, pp. 61-70.
- WILBY RL, CHARLES SP, ZORITA E, TIMBAL B, WHETTON P, MEARN LO, «Guidelines for use of climate scenarios developed from statistical downscaling methods», 2004, 27 p., available for download from: <http://ipcc-ddc.cru.uea.ac.uk>

## **LE CHANGEMENT CLIMATIQUE RELANCE LA QUESTION DE L'INTRODUCTION D'ESPECES EN FORET**

Par Myriam LEGAY, Philippe RIOU-NIVERT, Hervé LE BOULER, et Vincent BADEAU

- HECKENBERGER M-J, KUIKURO A., KUIKURO U.T, RUSSELL J.C, SCHMIDT M., FAUSTO C., FRANCHETTO B., «Amazonia 1492: Pristine Forest or Cultural Parkland? », *Science* 301 no. 5640, 2003, pp. 1710-1714.
- LAFOUGE C. et al. , « La part de l'Homme », in *Atlas des Forêts de France*,

- sous la direction de J. Gadant, chapitre, J.P. de Monza, 1991, pp. 112-117.
- LE FLOCH S., DEVANNE A.S., *Qu'entend-on par « fermeture du paysage ?*, Cemagref/DNP, rapport de convention cadre « gestion des territoires », 2003.
  - LERAT J.F et al., *Stratégie nationale pour la biodiversité, propositions d'évolution du plan d'action agriculture*, Conseil général de l'agriculture de l'alimentation et des espaces ruraux, 2009.
  - MAHAUD J., *Les boisements de conifères du Morbihan, de l'environnement au paysage*, thèse de l'ENGREF, 2000, 195 p. plus annexes.
  - MORINIAUX V., «Les Français face à l'enrésinement, XVI<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècles», *Annales de Géographie* n° 108 (609), 1999, pp. 660-663.
  - PIERMONT L., «Changement climatique: l'inflexion de sylviculture engagée par la Société Forestière de la Caisse des Dépôts.», *Revue Forestière Française* n° 59, 2, 2007, pp. 120-135.
  - PIERMONT L., «Gérer la Nature», *Natures Sciences Société* n°13, 2005, pp. 62-67.
  - RIOU-NIVERT P., « Les exotiques : envahisseurs insidieux ou honnêtes travailleurs immigrés ? », *Silva Belgica* (5) 114, 2007, pp. 32-34.
  - RUDDIMAN W.F., «The anthropogenic greenhouse era began thousands of years ago», *Climatic Change* n°61, 2003, pp. 261-293.
  - UICN, «IUCN guidelines for the prevention of biodiversity loss caused by alien invasive species», Fifth Meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity, Nairobi, Kenya 15-26 May 2000, Information paper.
  - VERAÏN J., *Etude de faisabilité technique du réseau des arboretums du Changement Climatique®*, SFCDC-AgroParisTech, Mémoire de fin d'études de la formation d'ingénieur civil du Génie Rural, Des Eaux et des Forêts, 2000, 89 p.
  - VINEY R., «L'œuvre forestière du Second Empire», *Revue Forestière Française* n°6, 1962, pp. 532-543.
  - WILLIAMS R., «French connections. Cultivating American trees in revolutionary France», *Forest history today* spring, 2008.

## **CHANGEMENT CLIMATIQUE ET DEPERISSEMENTS FORESTIERS : CAUSES ET CONSEQUENCES**

Par Michel VENNETIER

- ALLEN C.D., MACALADY A.K., CHENCHOUNI H., BACHELET D., MCDOWELL N., VENNETIER M., KITZBERGER T., RIGLING A., BRESHEARS D.D., HOGG E.H., GONZALEZ P., FENSHAM R., ZHANG Z., CASTRO J., DEMIDOVA N., LIM J.H., ALLARD, G., RUNNING S.W., SEMERCI A., COBB N., «A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests», *For. Ecol. Manag.*, (259) 4, 2010, pp.660-684.

- BADEAU V., DUPOUEY J.L., CLUZEAU C., DRAPIER J., «Aires potentielles de répartition des essences forestières d'ici 2100», *Forêt Entreprise*, (Dossier " la forêt face aux changements climatiques ") 162, 2005, pp. 25-29,
- BECKER M., BERT G.D., BOUCHON J., PICARD J.F., ULRICH E., «Tendances à long terme observées dans la croissance de divers feuillus et résineux du Nord-Est de la France depuis le milieu du 19e siècle», *Revue Forestière Française*, ( XLVI) 4, 1994, pp. 335-341.
- BECKER M., BRÄKER O.U., KENK G., SCHNEIDER O., SCHWEINGRUBER F.H., «Aspect de houppiers et croissance des arbres au cours des dernières décennies dans les régions frontalière d'Allemagne, de France et de Suisse», *Revue Forestière Française*, (XVII) 3, 1990, pp. 284-300.
- BIGLER C., BRÄKER O.U., BUGMAN H., DOBBERTIN M., RIGLING A., "Drought as an Inciting Mortality Factor in Scots Pine Stands of the Valais, Schweizerland", *Ecosystems*, (9), 2006, pp. 330-343.
- DELATOUR C., «Les Dépérissements de Chênes en Europe», *Revue forestière française*, (XXXV) 4, 1983, pp. 265-282.
- DEVAUX J.P., LE BOURHIS M., «La limite septentrionale du pin d'Alep en France, Etude dendroclimatique de l'impact des froids exceptionnels», *Biologie Ecologie méditerranéenne*, (V) 4, 1978, pp. 133-158.
- GUILLAUMIN J.-J., BERNARD C., DELATOUR C., BELGRAND M., «Le Dépérissement du Chêne à Tronçais : pathologie racinaire», *Revue forestière française*, (XXXV) 6, 1983, pp. 415-424.
- NAGELEISEN L.-M., «Les dépérissement d'essences feuillues en France», *Revue Forestière Française*, (XLV) 6, 1993.
- PAULY H., BELROSE V., *La santé des forêts françaises : actualités de l'année 2004 - Sécheresse et canicule de l'été 2003 : observation en 2004 des conséquences sur les peuplements forestiers adultes*, Ministère de L'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche et de la Ruralité, Département Santé des Forêts, Paris, 2005, 11 p.
- PINON J., FEUGEY L., «La graphiose de l'orme, une maladie dévastatrice aux causes bien identifiées», *Revue Forestière Française*, (46) 5, 1994, pp.422-430.
- RIOM J., «Le dépérissement du pin maritime dans le Sud-Est de la France au cours des années 1960-1970. Le rôle de la cochenille *Matsucoccus feytaudi*», *Revue Forestière Française*, (XLVI) 5, 1994, pp. 437-445.
- SANSON J., «Recueil de données statistiques relatives à la climatologie de la France», *Météorologie Nationale*, Paris, 1945, pp. 121-133.
- VENNETIER M., et al. (49 co-auteurs) *Etude de l'impact d'incendies de forêt répétés sur la biodiversité et sur les sols: recherche d'indicateurs*, Rapport final, Cemagref, Ministère de l'Agriculture et de la pêche, Union Européenne, Aix en Provence, 2008, 238 p.

- VENNETIER M., GIRARD F., OUARMIM S., THABEET A., RIPERT C., CAILLERET M., CARAGLIO Y., « Climate change impact on tree architecture may contribute to forest decline and dieback », *International Forestry Review* 12(5), 2010, 45p.
- VENNETIER M., RIPERT C., « Forest flora turnover with climate change in the Mediterranean region: a case study in South-Eastern France », *For. Ecol. Manag.*, (258), S56-S63, 2009.
- VENNETIER M., RIPERT C., « Flore méditerranéenne et changement climatique: la course-poursuite est engagée », *Forêt Méditerranéenne*, (XXXI) 1, 2010, pp.15-24.

### **LES MODIFICATIONS CLIMATIQUES EN LORRAINE : EXEMPLES TIRES DES OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES DEPUIS LE XVII<sup>e</sup> SIECLE**

Par François LORMANT

- *Tempêtes sur la forêt française, XVI<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècle*, Textes réunis et présentés par André Corvol, Paris, L'Harmattan, 2005, 216 p.
- COLCHEN, *Mémoire statistique du département de la Moselle, adressé au Ministre de l'intérieur, d'après ses instructions*, Paris, Imprimerie Impériale, An XI, 198 p.
- DESGOUTTES Z.H., *Tableau Statistique du département des Vosges*, Paris, Imprimerie des sourds muets, An X, 111 p.
- MARQUIS J.J., *Mémoire statistique du département de la Meurthe, adressé au Ministre de l'intérieur, d'après ses instructions*, Paris, Imprimerie Impériale, An XIII, 231 p.
- THIRY, J.L., *Étude sur le mémoire statistique du département de la Meurthe par le préfet Marquis. Contribution à l'histoire des sources de l'époque intermédiaire*, Mémoire pour le diplôme d'études supérieures, Nancy, 1956.
- <http://vosdroits.service-public.fr/F3076.xhtml>

### **CHANGEMENT CLIMATIQUE SIMULE ET REPOSES POSSIBLES**

Par Gérard BELTRANDO

- AUSSENAC G., « La sécheresse de 1976 : Influence des déficits hydriques sur la croissance des arbres forestiers », *Rev. for. fr.*, XXX, 1978, pp. 103-104.  
URL  
[http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/21213/RFF\\_1978\\_2\\_103.pdf?sequence=1](http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/21213/RFF_1978_2_103.pdf?sequence=1)
- BADEAU V., DUPOUEY J.-L., CLUZEAU C., DRAPIER J., « Aires potentielles de répartition des essences forestières d'ici 2100 », *Rendez-vous techniques de l'ONF, Forêts et milieux naturels face aux changements climatiques*, Hors-série n° 3, 2007, pp. 62-66

- BASTIEN Y., *Sylviculture du hêtre*, Rapport ENGREF-Nancy, 2000, 18 p.  
URL  
<http://www.agroparistech.fr/coursenligne/sylviculture/Sylvicultureduhetre.pdf>
- BENICHOU P., LE BRETON O., « Prise en compte de la topographie pour la cartographie des champs pluviométriques statistiques », *La Météorologie*, 19, 1987, pp. 23-34
- DAVIS M.B., « Lags in vegetation response to global warming », *Climate Change*, 15, 1989, pp. 75-82
- DHOTE J.-F., DPOUEY J.-L., BERGES L., « Modifications à long terme déjà constatée de la productivité des forêts françaises », *Rev. For. Fr.* LII – N° spécial, 2000, pp. 37-48
- GIEC, *Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*, publié sous la direction de PACHAURI R.K. et REISINGER A., Genève, 2007, 103p.
- IFN, « Les tempêtes décembre 1999 : bilan national et enseignement », *L'IFN*, bulletin n°2, 2003, 8 p. URL : [http://www.ifn.fr/spip/IMG/pdf/L\\_IF\\_no02\\_tempetes.pdf](http://www.ifn.fr/spip/IMG/pdf/L_IF_no02_tempetes.pdf)
- KITTEL T.G., GIORGI F., MEEHL G.A., « Intercomparison of regional biases and doubled-CO<sub>2</sub> sensitivity of coupled atmosphere-ocean general circulation model experiments », *Clim. Dyn.*, 14, 1998, pp. 1-15
- LEBOURGEOIS F., GRANIER A., BREDA N., « Une analyse des changements climatiques régionaux en France entre 1956 et 1997. Réflexions en termes de conséquences pour les écosystèmes forestiers », *Ann. For. Sci.* 58, 2001, pp. 733-754
- LEGAY M., MORTIER F., *La forêt face au changement climatique : adapter la gestion forestière*, Coll. Les Dossiers Forestiers, 16, ONF. Paris, 2006, 39 p.
- MOISSELIN J.-M., SCHNEIDER M., CANELLAS C., MESTRE O., « Les changements climatiques en France au XX<sup>e</sup> siècle : étude des longues séries homogénéisées de température et de précipitations », *La Météorologie*, 38, 2002, pp.45-56. URL : <http://www.smf.asso.fr/Ressources/Moisselin38.pdf>
- ROMAN-AMAT B., *Préparer les forêts françaises au changement climatique*, Rapport au Ministre de l'Agriculture et de la Pêche et au Ministre de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durable, 2007, 125 p. Consulté le 3 août 2010, URL [http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/rapport-changt\\_climatbra.pdf](http://agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/rapport-changt_climatbra.pdf)
- SPIECKER H., MIELIKÄINEN K., HÖHL M., SKOVSGAARD J.-P., « Growth Trends in European forests », EFI, Berlin, Springer Verlag, 1996, 372 p.
- WORONOFF D., « Histoire des forêts françaises, XVI<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècles. Résultats de recherche et perspectives », *Les Cahiers du Centre de Recherches Historiques*, mis en ligne le 20 mars 2009, URL : <http://ccrh.revues.org/index2860.html> Consulté le 18 octobre 2010

- AGRESTE, Données en ligne sur les statistiques forestières : <http://agreste.agriculture.gouv.fr/publications/chiffres-et-donnees/>, Revue forestière française : les articles des années 1949 à 2003 sont consultables en libre accès : <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/4752>

## LA FORET DANS LE CHANGEMENT CLIMATIQUE A LA TELEVISION

Par Michel DUPUY

- Antenne 2, JT de 20 heures, « Conférence sur la climatologie de Genève », 15 février 1979.
- Antenne 2, JT de 20 heures, *Les Dossiers de l'écran*, « L'Antarctique, continent vierge », 4 septembre 1979.
- DUBREUIL V., LAQUES A-E., NEDELEC V., ARVOR D., GURGEL H., « Paysages et fronts pionniers amazoniens sous le regard des satellites : l'exemple du Mato Grosso », *Espace géographique*, 1, n° 37, 2008, pp.57-74.
- Slater Candance, *Entangled Edens. Visions of the Amazon*, Los Angeles : University of California Press, 2002, p. 332.
- TF1, JT de 20 heures, « Forêt amazonienne », 28 décembre 1988.
- Entretien avec Corinne Lalo.
- TF1, JT de 20 heures, [Plateau invité : Nicolas Hulot], 26 janvier 2000.
- DUPUY M., DASSIE V., « Mobiliser l'opinion après la tempête : la forêt victime » in Andrée CORVOL A. (éd.), *Tempêtes sur la forêt française XVIe-XX<sup>e</sup> siècle*, Paris, L'Harmattan, 2005, pp. 167-176 ; ibid., « Mobiliser l'opinion après la tempête : l'arbre victime » in Andrée Corvol (éd.), 2005, pp. 177-187.
- UNEP, Intergovernmental Panel on Climate Change, WMO, 1990, p. 270
- Canal +, *C'est ouvert le samedi*, Solution, 13 mars 1999.
- TF1, JT de 20 heures, [Bio diversité forêt de chênes Vierzon], 22 mai 2006.
- France 2, JT de 20 heures, [climat : les petites bêtes], 28 décembre 2006.
- TF1, JT de 20 heures, [Les changements climatiques], 15 février 2005.
- TF1, « joyeux anniversaire », *Sacrée soirée*, 12 avril 1989.
- M6, *E=M6 Spécial*, « Le climat est-il détraqué ? », 19 décembre 2000. France 5, « Climat en crise », 3 avril 2007.
- JEUDY H-P, *Le Désir de catastrophe*, Belval : Circé, 2010, p. 190.
- COMBY J-B, « Quand l'environnement devient « médiatique ». Conditions et effets de l'institutionnalisation d'une spécialité journalistique », *Réseaux*, 2009, pp. 157-190.

## LA FORET ET LE CHANGEMENT CLIMATIQUE : TENIR COMPTE DU PASSE POUR ENVISAGER LE FUTUR

Par Jean-Luc PEYRON

- BIROT Y., LANDMANN G., BONHEME I. (coord.), « La forêt face aux tempêtes », Paris : Quae, 2009, 470 p.

- BONTEMPS J.-D., « Evolution de la productivité des peuplements réguliers et monospécifiques de hêtre (*Fagus sylvatica* L.) et de chêne sessile (*Quercus petraea* Liebl.) dans la moitié Nord de la France au cours du XX<sup>e</sup> siècle », Thèse de doctorat Sciences Forestières, LERFOB, ENGREF, 2006.
- BOURGAU J.-M., LERAT J.-F., CAILMAIL F., « Adaptation de la gestion des forêts au changement climatique », Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, CGAAER, Mission n°1223, 2007, 56 p.
- BRISSON N., LEVRAULT F., (éd.) « Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces », *Le livre Vert du projet CLIMATOR* (2007-2010), ADEME, 2010, 336 p.
- CACOT E., PEYRON J.-L., « Action COST FP0703 ECHOES » (Expected climate change and options for European silviculture), Rapport National France, Document de travail, 2009, 51 p.
- IPCC, « Emissions Scenarios, [Nakicenovic, N. and R. Swart (eds.)] », Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge University Press, Cambridge, 2000, 570 p.
- IPCC-WG1, « Climate Change 2007 : The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change » [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007, 996 p.
- IPCC-WG2, « Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change », M.L. Parry, O.F., Canziani, J.P. Palutikof, P.J., Van Der Linden and Hanson C.E, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007, 976 p.
- KASTING JAMES.F., CATLING D., « Evolution of a habitable planet », *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, .41, 2003, pp.429-463.
- KREMER A., PETIT R.-J., DUCOUSSO A., « Biologie évolutive et diversité génétique des chênes sessiles et pédonculés », *Revue forestière française*, n°2-2002, 2002, pp. 111-130.
- LEGAY M., PEYRON J.-L., RIOU-NIVERT P., « L'adaptation des forêts françaises au changement climatique : entre certitudes et incertitudes », Paris : ONF/Ecofor/CNPF, Congrès forestier mondial. Buenos Aires, 2009, 9 p.
- LENOIR J., GEGOUT J.-C., MARQUET P.-A., DE RUFFRAY P., BRISSE H., « A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20<sup>th</sup> century », *Science*, vol 320, 27 June 2008, pp 1768-1771.
- LOUSTAU D. (coord.), « Séquestration de Carbone dans les grands écosystèmes forestiers en France. Quantification, spatialisation, vulnérabilité et

- impacts de différents scénarios climatiques et sylvicoles », Rapport final du projet Carbofor, Programme GICC 2001, Inra, IFN, Cirad, Météo France, Université d'Orléans, Université Paris-Sud Orsay (Paris 11), CNRS, Engref, LSCE, 2004, 138 p.
- MASSU N., LANDMANN G. (coord.), « Connaissance des impacts du changement climatique sur la biodiversité en France métropolitaine », Synthèse de la bibliographie, Paris : Meedt/Ecofor, 2011, 120 p. (sous presse).
  - MEEDDM, « Plan adaptation climat : rapport des groupes de travail de la concertation nationale » (groupes présidés par Michel Harvard, Jean Jouzel et Martial Saddier, coordination de Paul Vergès), 2010, 151 p.
  - MOISSELIN J.-M., SCHNEIDER M, CANELLAS C., MESTRE O., « Les changements climatiques en France au XX<sup>e</sup> siècle », Etude des longues séries homogénéisées de données de température et de précipitations, *La météorologie*, n°38, 2002, pp. 45-56.
  - NAGELEISEN L.-M., PIOUS D., SAINTONGE F.-X., RIOU- NIVERT P., « La santé des forêts : maladies, insectes, accidents climatiques », *Diagnostic et Prévention*, Paris : DSF/IDF, 2010, 608 p.
  - PEYRON J.-L., « La biodiversité face aux changements environnementaux : l'exemple des forêts européennes », *Responsabilité et Environnement*, n° « La biodiversité : approches plurielles, enjeux réels », oct. 2006, pp. 22-29.
  - ROMAN-AMAT B., « Préparer les forêts françaises au changement climatique », Rapport à MM les Ministres de l'Agriculture de la Pêche et de l'Ecologie, du Développement et l'Aménagement Durables, 2007, 125 p.
  - SOUSSANA J.-F. (coord.), « Atelier de réflexion prospective Adage sur l'adaptation de l'agriculture et des écosystèmes anthropisés au changement climatique », Paris : ANR/Inra, compte rendu des trois sous-ateliers, 2009, A : 46 p., B : 124 p., C : 54 p.
  - VENNETIER M., « Impact du changement climatique sur les forêts de la Sainte Baume », Cemagref : Info DFCI n°55, novembre 2005, pp. 1-3.

## LES AUTEURS

- Monsieur Vincent BADEAU  
Ingénieur de recherche  
UMR EEF, Phytoécologie  
Centre INRA de Nancy  
54280 Champenoux

- Monsieur Christian BARTHOD  
Sous-directeur des espaces naturels  
Direction générale de  
l'aménagement, du logement et de la  
nature.  
Direction de l'eau et de la  
biodiversité  
Ministère de l'écologie, de l'énergie,  
du développement durable et de la  
mer  
La Grande Arche – Paroi Sud  
Bureau 07.54  
92055 – La Défense Cedex  
Tél : 01 40 81 29 94  
christian.barthod@developpement-  
durable.gouv.fr

- Monsieur Gérard BELTRANDO  
Professeur des Universités  
UFR GHSS  
5, rue Thomas Mann  
Université Paris Diderot  
75205 – Paris Cedex 13  
Tél : 01 57 27 72 70  
beltrando@univ-paris-diderot.fr

- Madame Andrée CORVOL  
Directeur de recherche, CNRS  
Présidente du G.H.F.F.  
45, rue d'Ulm  
75005 Paris

- Monsieur Guillaume DECOCQ  
Directeur de recherche  
Université de Picardie Jules Verne  
1, rue des Louvels  
80037 – Amiens cedex  
Tél : 03 22 82 77 61  
guillaume.decocq@u-picardie.fr

- Monsieur Lucien DORIZE  
Enseignant  
20, avenue Port Royal des champs  
78320 – Le Mesnil Saint Denis  
Tél : 01 34 61 91 30  
lucien-dorize@orange.fr

- Monsieur Michel DUPUY  
Professeur  
1, résidence Emile Zola  
78210 – Saint Cyr l'Ecole  
Tél : 01 30 45 06 89  
Michel.dupuy@ens.fr

- Monsieur Daniel JOLY  
Directeur de recherche CNRS  
Laboratoire Théma  
CNRS, Université de Franche-Comté  
32, rue Mégevand  
25030 – Besançon cedex  
Tél : 03 81 66 54 02  
daniel.joly@univ-fcomte.fr

- Monsieur Bernard KALAORA  
Professeur des Universités  
Université de Picardie Jules Verne  
1 rue des Louvels, F-80037 AMIENS  
Cedex 1

- Monsieur Hervé LE BOULER

Directeur  
CNBF, Pépinière de l'état  
Route de Redon  
44290 Guéméné-Penfao

- Madame Myriam LEGAY

Ingénieure ONF  
INRA-UHP  
Unité Ecologie, écophysiologie  
forestière  
Equipe Phytoécologie  
54280 - Champenoux  
Tél : 03 83 39 40 51  
legay@nancy.inra.fr

- Monsieur François LORMANT

Ingénieur de recherche  
Centre lorrain d'histoire du droit  
13, place Carnot  
54035 Nancy  
Tél : 03 54 50 45 13  
francois.lormant@univ-nancy2.fr

- Monsieur Jean-Luc PEYRON

Directeur d'ECOFOR  
42, rue Scheffer  
75116 - Paris  
Tél : 01 52 70 21 49  
peyron@gip-ecofor.org

- Monsieur Philippe RIOU-NIVERT

Ingénieur  
CNPf/IDF  
47 rue de Chaillot  
75116 Paris

- Monsieur Michel VENNETIER

Ingénieur chercheur  
CEMAGREF  
3275 Route de Cézanne  
CS 40061  
13182 Aix en Provence  
Tél : 04 42 66 99 22  
michel.vennetier@cemagref.fr

## TABLE DES MATIÈRES

– <i>Préface</i>	
par Andrée CORVOL.....	3
<i>La gestion du risque dans les décisions d'aménagement forestier</i>	
par Christian BARTHOD .....	7
– <i>Les incertitudes sur l'expertise climatique et prospective forestière</i>	
par Lucien DORIZE .....	18
– <i>Les cadres cognitifs et pratiques pour agir sur univers incertain ?</i>	
par Guillaume DECOCQ et Bernard KALAORA.....	30
– <i>Les caractères climatiques des oliveraies, des vergers et des vignobles en France</i>	
par Daniel JOLY.....	39
– <i>Le changement climatique relance la question de l'introduction d'espèces en forêt</i>	
par Myriam LEGAY, Philippe RIOU-NIVERT, Hervé LE BOULER, et Vincent BADEAU .....	43
– <i>Changement climatique et dépérissements forestiers : causes et conséquences</i>	
par Michel VENNETIER .....	50
– <i>Les modifications climatiques en Lorraine : exemples tirés des observations météorologiques depuis le XVIIème siècle</i>	
par François LORMANT.....	63
– <i>Changement climatique simulé et réponses possibles</i>	
par Gérard BELTRANDO .....	76
– <i>La forêt dans le changement climatique à la télévision</i>	
par Michel DUPUY .....	84
– <i>La forêt et le changement climatique : tenir compte du passé pour envisager l'avenir?</i>	
par Jean-Luc PEYRON .....	94
Pour en savoir plus .....	109
Les auteurs.....	118
Table des matières.....	120

**PUBLICATIONS  
DU GROUPE D'HISTOIRE DES FORÊTS FRANÇAISES**

*Aspects de la recherche sur l'Histoire des forêts françaises*, Paris, Institut d'Histoire Moderne et Contemporaine et CNRS, 1980, 51 p. (épuisé).

*Histoire des forêts françaises, Guide de recherche*, Paris, Institut d'Histoire Moderne et Contemporaine et CNRS, 1982, 193 p. (épuisé).

*Jalons pour une histoire des gardes forestiers*, actes du Colloque Les Gardes forestiers, textes réunis et présentés par G. Buttoud, Paris, Institut d'Histoire Moderne et Contemporaine (CNRS) et Laboratoire d'Économie forestière et agricole (INRA), 1985, 151 p. (épuisé).

*Quarante ans de législation forestière (1945-1985)*, préface de R. Blais, actes de la Journée d'Études Le Front forestier National (FFN), textes réunis et présentés par P. Arnould, Paris, CNRS et Ecole normale supérieure de Fontenay Saint-Cloud, 1987, 128 p. (épuisé).

*Révolutions et Espaces forestiers*, actes du Colloque La Révolution et la Forêt, textes réunis et présentés par D. Woronoff, préface de M. Vovelle, Paris, L'Harmattan, 1989, 264 p.

*Forges et forêts. Recherches sur la consommation proto-industrielle*, sous la direction de D. Woronoff, Paris, Editions de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS), 1990, 263 p.

*La Forêt et l'Eau*, actes du Colloque La Forêt et l'Eau, textes réunis et présentés par A. Corvol et F. Ogé. Paris : GHFF, 1990. 122 p.

*Le Bois et la Ville*, actes du Colloque La Ville et l'approvisionnement en bois, textes réunis par J.-Cl. Biget, J. Boissière et J.-Cl. Hervé, préface de D. Roche, Paris : Ecole normale supérieure de Fontenay-Saint-Cloud et GHFF, 1991, 318 p.

*La Forêt*, actes du 113e Congrès annuel des Sociétés savantes, section La Forêt, Strasbourg, Université de Strasbourg, Faculté des Lettres et Sciences humaines, 1988, textes réunis et présentés par A. Corvol, Paris, Editions du Centre des Travaux Historiques et Scientifiques (CTHS), 1991, 380 p.

*Enseigner et apprendre la Forêt, XIXe-XXe siècles*, actes du Colloque L'Enseignement et l'Information sur la forêt, textes réunis et présentés par A. Corvol avec la collaboration de C. Dugas de la Boissonny, Paris, L'Harmattan, 1992, 264 p.

*Forêt et Guerre*, actes du Colloque Forêt et Guerre, textes réunis et présentés par A. Corvol avec la collaboration de J.-P. Amat, Paris, L'Harmattan, 1994, 325 p.

*La Nature en révolution, 1760-1800*, sous la direction d'A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 1993, 230 p.

*La Forêt malade, débats anciens et phénomènes nouveaux, XVIIe-XXe siècle*, sous la direction d'A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 1994, 284 p.

*Nature, paysage et environnement*, Tome I, L'Héritage révolutionnaire, sous la direction d'A. Corvol, avec la collaboration d'I. Richefort, Paris, L'Harmattan, 1995, 295 p.

Prix Michel Texier, Académie des Sciences morales et politiques.

Roger Blais : agronome, forestier, historien, géographe et humaniste, actes du Colloque en l'honneur de M. le Directeur Roger Blais, textes réunis et présentés par A. Corvol avec la collaboration de P. Arnould et de A. Bloch, Paris, Groupe d'Histoire des Forêts Françaises (GHFF), Institut National Agronomique (INA) et Office National des Forêts (ONF), 1996, 81 p.

*La Forêt : perceptions et représentations*, actes du Colloque La Forêt, images et conceptions, textes réunis et présentés par A. Corvol avec la collaboration de M. Hotyat et de P. Arnould), Paris, L'Harmattan, 1997, 401 p.

*Forêt et Marine*, actes du Colloque Forêt et Marine, textes réunis et présentés par A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 1999, 525 p.

*Les Sources de l'histoire de l'environnement*, Tome II, Le XIXe siècle, sous la direction d'A. Corvol, Paris, Ministère de la Culture et L'Harmattan, 1999, 502 p.

*Duhamel du Monceau : un Européen des Lumières*, actes du Colloque Duhamel du Monceau, scientifique, administrateur, humaniste, Orléans, textes réunis et présentés par A. Corvol, Académie des Lettres, Sciences et Beaux-Arts de l'Orléanais et Musée d'Histoire naturelle, 2001, 330 p.

*Le Sapin : enjeux anciens, enjeux actuels*, actes du Colloque Le Sapin, répartition et utilisation, textes réunis et présentés par A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 2001, 391 p.

*Les Sources de l'histoire de l'environnement*, Tome III, Le XXe siècle, sous la direction d'A. Corvol, Paris, Ministère de la Culture et L'Harmattan, 2002, 750 p.

*Forêt et Vigne, Bois et Vins*, actes du Colloque Forêt et Vigne, Bois et Vins, textes réunis et présentés par A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 2002, 501 p.  
Prix Drouyn de Lhuys, Académie des Sciences morales et politiques.

*Les Forêts dans l'Occident, du Moyen Age à nos jours*, actes du Colloque de l'abbaye de Flaran, textes réunis et présentés par A. Corvol, Toulouse, Presses Universitaires du Mirail, 2004, 300 p.

*Tempêtes sur la Forêt française, XVIe-XXe siècle*, sous la direction d'A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 2005, 250 p.

*Forêt et Chasse, Xe-XXe siècle*, actes du Colloque Forêt et Chasse, textes réunis et présentés par A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 2005, 350 p.

*Forêt et Eau, XIIIe-XXe siècle*, actes du Colloque international L'Eau et la Forêt, textes réunis et présentés par A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 2007, 358 p.

*Forêt et Paysage, Xe-XXIe siècle*, actes du Colloque international, textes réunis et présentés par A. Corvol, Paris, L'Harmattan, 2011, 447 p.

**CAHIERS D'ÉTUDES  
ENVIRONNEMENT, FORÊT ET SOCIÉTÉ, XVIe-XXe SIÈCLE**

Édition et préface d'Andrée Corvol

Directeur de recherche, CNRS

Présidente du GHFF

« Forêt, villageois et marginaux », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 1990.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 1, 1991, 71 p.

« Violences et Environnement », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 1991.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 2, 1992, 68 p.

« Le Feu, à la maison, par les bois et dans les champs », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 1992.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 3, 1993, 72 p.

« Milieux naturels et Identités culturelles : la forêt, le bocage, la montagne, le fleuve et la mer », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 1993.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 4, 1994, 77 p.

« La Nature en ville : rues et places ; parcs et bois », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 1994.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 5, 1995, 68 p.

« La Nature hors des villes : les forêts périurbaines », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 1995.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 6, 1996, 91 p.

« Une Nature pour citoyens ? », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 1996.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 7, 1997, 83 p.

« Les matériaux de la ville : du bois au béton ? », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, La Ville, première partie. IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 1997.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 8, 1998, 83 p.

« L'aménagement des édifices : la part du bois », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, La Ville, seconde partie. IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 1998.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 9, 1999, 58 p.

« Le Bois Energie », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, La Ville, troisième partie, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 1999.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 10, 2000, 105 p.

« Forêt et Troupeau », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 2000.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 11, 2001, 89 p.

« Forêt et Faune », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 2001.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 12, 2002, 95 p.

« Forêt et Réserves cynégétiques et biologiques », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 2002.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 13, 2003, 80 p.

« Forêt et Transports traditionnels », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 2003.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 14, 2004, 95 p.

« Forêt et Transports motorisés », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 2004.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 15, 2005, 103 p.

« Impact des axes et des moyens de circulation sur la Forêt », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 2005.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 16, 2006, 95 p.

« Forêt et Pollutions », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 2006.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 17, 2007, 118 p.

« Forêt et Incendies », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 2007.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 18, 2008, 123 p.

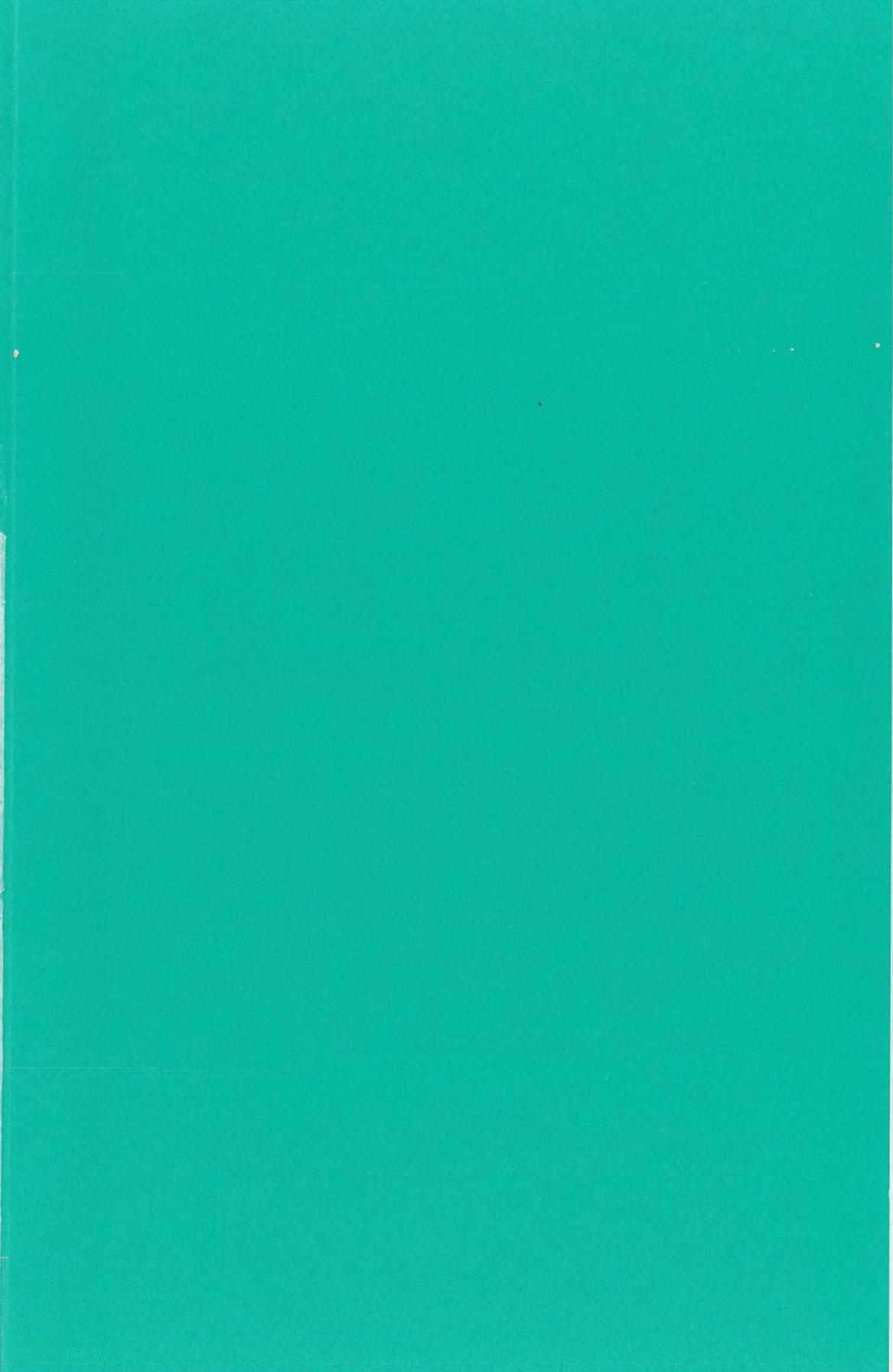
« Forêt et Tempêtes », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 2008.

Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 19, 2009, 118 p.

« Arbres remarquables et arbres remarquables », Journée d'Études Environnement, Forêt et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 2009. Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 20, 2010, 134 p.

« Extension forestière et mosaïque paysagère », Journée d'Études Forêt, Environnement et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, janvier 2010. Publ. IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 21, 2011, 134 p.

« Changement climatique et modification forestière », Journée d'Études Forêt, Environnement et Société, XVIe-XXe siècle, IHMC, Paris, Ecole normale supérieure, septembre 2011, IHMC-CNRS, Cahier d'Études n° 22, 2012, 125 p.



Dans les siècles passés, alors que l'ère industrielle n'avait pas commencé, des évolutions climatiques sont constatées, parfois soudaines, qui ont profondément modifié les couverts boisés. Pourtant, les historiens les ont souvent négligées, ne s'attachant qu'aux facteurs explicatifs humains. Ils ont surtout souligné la nécessité de défricher les terres pour les cultiver ou d'accroître les surfaces pâturées afin d'augmenter la taille des cheptels.

Aujourd'hui, compte tenu de notre connaissance des modifications climatologiques anciennes, comment décrire les superficies forestières correspondantes ?

L'opinion publique, dûment informée, redoute le refroidissement brutal comme la canicule soudaine, l'abaissement des températures et leur élévation, les tempêtes répétées et les inondations catastrophiques. Selon les scénarios, des essences vont disparaître, certaines régresser, d'autres triompher. Que seront les forêts de demain ? Doit-on envisager une aridité grandissante de la zone méditerranéenne avec un glissement en latitude des couvertures végétales ?

En la matière, la confrontation des points de vue entre les historiens et les représentants des sciences de la nature ne saurait qu'être enrichissante, notamment pour souligner les facultés d'adaptation que possède l'être humain...