



**HAL**  
open science

## Même si le risque de tempête ne s'accroît ps, les dégâts à la forêt devraient augmenter

Bruno Moulia

### ► To cite this version:

Bruno Moulia. Même si le risque de tempête ne s'accroît ps, les dégâts à la forêt devraient augmenter. L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change, La documentation Française, 182 p., 2015, 978-2-11-009766-8. hal-01268949

**HAL Id: hal-01268949**

**<https://hal.science/hal-01268949>**

Submitted on 5 Jun 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

OBSERVATOIRE NATIONAL  
SUR LES EFFETS DU RÉCHAUFFEMENT CLIMATIQUE



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



Rapport au Premier ministre  
et au Parlement

La  
**documentation**  
Française

**Encadré 6****Même si le risque de tempête ne s'accroît pas, les dégâts à la forêt devraient augmenter**

Les tempêtes sont la première cause de pertes en volume dans les forêts d'Europe (Schelhaas *et al.*, 2003). Après une première moitié du xx<sup>e</sup> siècle peu ventée, une forte augmentation de la fréquence des tempêtes majeures a été observée (Della-Marta et Pinto, 2009). Cela a conduit les forestiers à se préoccuper de ce risque en améliorant considérablement la connaissance des facteurs de vulnérabilité (Biro *et al.*, 2009). Néanmoins, le risque tempête est rarement associé au changement climatique en France.

En effet, contrairement aux prédictions d'autres pays d'Europe, les modèles climatologiques ne convergent pas sur un accroissement certain de la fréquence ou de la violence des tempêtes à la latitude de la France. Certains modèles (Haarsma *et al.*, 2013) prévoient néanmoins des changements radicaux, liés au réchauffement des océans, avec de nouvelles tempêtes d'automne arrivant par le golfe de Gascogne, issues du déplacement de cyclones tropicaux américains. De plus, certaines autres modifications du régime saisonnier affectent le risque : une augmentation des pluies pendant l'hiver augmentera le risque de renversement des arbres par saturation du sol en eau (Gardiner *et al.*, 2010).

En outre, le risque ne dépend pas que du vent mais aussi des propriétés des forêts impactées par le changement climatique, comme leur composition en essences, et de leurs vulnérabilités différenciées (Colin *et al.*, 2009). Les effets des propriétés des arbres, du peuplement (dont le sol) et du paysage sont complexes, et leur modélisation (Gardiner *et al.*, 2008 ; Heinonen *et al.*, 2009) est en cours d'adaptation aux forêts françaises. On observe un effet majeur de la hauteur des arbres. Or, les augmentations de productivité au cours des 150 dernières années se sont traduites par une hauteur plus importante (voir fig. 7), et donc par une plus grande sensibilité au vent, à un âge donné. Si l'on prolongeait la tendance actuelle d'accumulation du volume sur pied, les niveaux de dommage pourraient doubler d'ici à la fin du siècle (Gardiner *et al.*, 2010). L'adaptation des systèmes sylvicoles consiste donc d'abord à récolter les arbres de façon plus dynamique.

Enfin, la résistance aux tempêtes des arbres dépend aussi des vents normaux en saison de végétation (Telewski, 1995). En effet, les arbres acclimatent leur croissance en fonction du vent ordinaire : lorsqu'ils sont protégés des flexions dues au vent, ils réduisent la croissance racinaire

en diamètre et poussent plus en hauteur (e. g. Meng *et al.*, 2006), ce qui les fragilise. Ce processus est responsable de la vulnérabilité plus grande des lisières nouvelles et des éclaircies récentes, ou de la forte résistance des arbres battus par les vents. Or, cette acclimatation au vent pourrait aussi être modifiée par le changement climatique.

**Imaginons : quels scénarios pour le xxi<sup>e</sup> siècle ?****Quel devenir pour les grandes essences emblématiques ?**

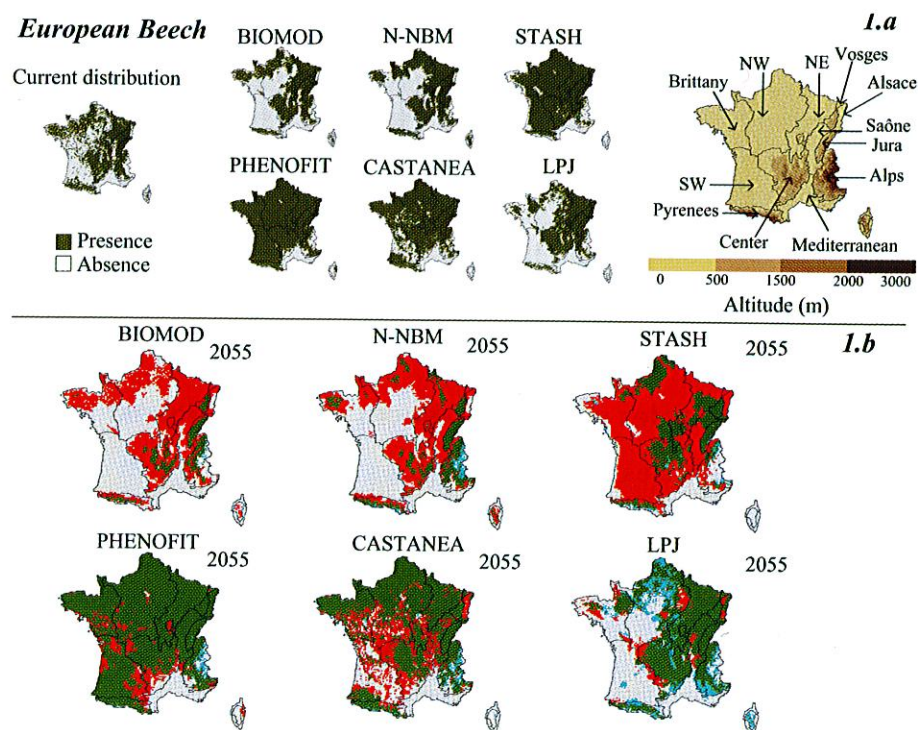
Au cours des dix dernières années, les espèces majeures de la forêt métropolitaine ont fait l'objet de publications projetant les impacts du changement climatique sur leur aire en France (à l'exception notable du chêne pubescent). Ces publications permettent de broser un panorama qui doit cependant être considéré avec circonspection. L'objectif de ces travaux, divers dans leurs approches et dans les hypothèses climatiques envisagées, n'était en effet pas de livrer des projections à visée opérationnelle, quantifiées et comparables, mais plutôt d'explorer scientifiquement différentes méthodes.

- **Grands feuillus de plaine : des incertitudes importantes, mais un fort recul potentiel**

Le hêtre (15 % de la surface forestière de production) est l'une des premières espèces à avoir bénéficié de travaux de modélisation, encouragés par le lien manifeste entre sa répartition et les caractéristiques du climat (en l'occurrence le déficit hydrique). Les approches corrélatives simulent son retrait sur 60 à 70 % de son aire actuelle, à l'horizon 2055 selon un scénario médian<sup>27</sup> (Cheaib *et al.*, 2012 ; Piedallu *et al.*, 2009), avec un repli vers les massifs montagneux et le nord-est de la France. Les approches basées sur les processus (par exemple *Castanea*, voir fig. 15) sont nettement moins pessimistes, notamment les modèles à base écophysologique qui prennent en compte l'effet favorable de l'augmentation du CO<sub>2</sub> atmosphérique.

27. Scénario A1B X Arpège, in Cheaib *et al.*, 2012), encadrement par les scénarios B2 et A2 X HadCm3 in Piedallu *et al.*, 2009).

Figure 16 – Répartition du hêtre en France



(a) Répartition actuelle observée (IGN) et simulée par différents modèles.

(b) Changements projetés :

Rouge : présence actuelle d'après le modèle, mais absence en 2055.

Bleu : absence actuelle d'après le modèle, mais présence en 2055;

Vert : présence actuelle d'après le modèle ainsi qu'en 2055;

Gris : absence actuelle d'après le modèle ainsi qu'en 2055.

Source : d'après Cheaib *et al.*, *Ecology Letters*, 2012.

Considérés ensemble, les chênes sessile et pédonculé constituent la première espèce de la forêt métropolitaine. Les approches corrélatives conduisent à un pronostic pessimiste pour le chêne sessile (Piedallu *et al.*, 2009; Cheaib *et al.*, 2012), dont 30 à 40 % de l'aire actuelle deviendraient inhospitaliers pour l'espèce à la moitié du *xxi*<sup>e</sup> siècle selon des scénarios médians. Le chêne pédonculé apparaît potentiellement plus vulnérable au déficit hydrique (Bréda *et al.*, 1993), bien que la différence de pronostic entre les deux espèces soit difficilement appréciable dans les résultats de modélisation publiés à ce jour<sup>28</sup>. Comme dans le cas du hêtre, les modèles à base écophysio-logique prennent en compte

28. Les difficultés de discrimination des deux espèces et la complexité des relations écologiques qu'elles entretiennent rendent délicate la modélisation de leur enveloppe climatique propre, surtout pour le chêne pédonculé.

un effet compensateur du CO<sub>2</sub>, et projettent le maintien de ces espèces emblématiques de nos forêts, au sujet desquelles incertitudes et enjeux sont à leur comble.

- Une extension des zones climatiquement favorables au chêne vert

À l'instar du hêtre, le chêne vert suit une répartition à déterminisme climatique clair. Les modèles corrélatifs, ainsi que les modèles basés sur les processus simulent une extension importante de son aire potentielle (Badeau *et al.*, 2010; Cheaib *et al.*, 2012), dont l'occupation réelle sera cependant drastiquement limitée par sa vitesse de colonisation – sauf si sa migration est volontairement favorisée par les forestiers.

- Les résineux de montagne : régression globale et changements d'équilibre

Le sapin et l'épicéa ont fait l'objet de quelques travaux de modélisation de l'impact du changement climatique (Badeau *et al.*, 2010; Piedallu *et al.*, 2009), ce retrait serait de l'ordre de 60 % pour le sapin et de 90 % pour l'épicéa, à l'échelle de leur aire française<sup>29</sup>.

Le sapin, espèce des montagnes méditerranéennes, est cependant mieux adapté aux climats chauds et secs que l'épicéa, espèce circumboréale<sup>30</sup>. Il pourrait ainsi lui-même bénéficier du réchauffement, au détriment de l'épicéa, dans la zone où les deux espèces coexistent (Gomez, 2012).

- Le cas des pins : expansion du pin maritime, recul du pin sylvestre ?

Les pins sont des espèces importantes de la forêt française, mais la relation de leur répartition avec le climat est délicate. En effet, leur tempérament pionnier<sup>31</sup> conduit à leur élimination progressive lors de la maturation des forêts<sup>32</sup>, sauf dans les situations les plus difficiles écologiquement. Leur frugalité a assuré leur succès en tant qu'essences de reboisement des terrains difficiles – de sorte que leur aire obéit à un faisceau de mécanismes dynamiques et historiques complexe. Le pin maritime, originaire de climats chauds pour notre pays (Aquitaine et zone méditerranéenne), voit sa productivité potentielle stimulée par le réchauffement, notamment dans la moitié nord de la France, tandis qu'elle se maintient dans le Sud au moins à moyen terme (2050), (Loustau *et al.*, 2004). Compte tenu de son aptitude à produire du bois dans des conditions de sols variées, il représente un espoir pour les sylviculteurs du nord de la France, tempéré par les menaces

29. Encadrement par les scénarios B2 et A2 X HadCm3 (Piedallu *et al.*, 2009).

30. Qui appartient à la zone tempérée froide de l'hémisphère Nord.

31. Groupe d'espèces qui s'installe en premier dans un milieu récemment ouvert.

32. Processus d'évolution d'un couvert forestier après une perturbation (incendie, coupe...), caractérisé par la dominance croissante d'espèces supportant la concurrence et par l'élimination progressive des espèces pionnières.

sanitaires qui pèsent sur lui, notamment avec le risque d'arrivée en France du nématode du pin.

Le pin sylvestre a bénéficié de travaux récents, associant cinq modèles différents, corrélatifs et basés sur les processus (Cheaib *et al.*, 2012). L'aptitude de ces modèles à rendre compte de la répartition actuelle de l'espèce est médiocre (notamment pour les raisons évoquées ci-dessus), mais l'ensemble des approches concordent pour simuler une rétraction importante de son aire. Une telle tendance semble déjà confirmée par la dégradation de l'état sanitaire des populations observée en limite chaude de son aire, dans le Valais suisse ou les Alpes-Maritimes (voir l'illustration placée en tête de ce chapitre).

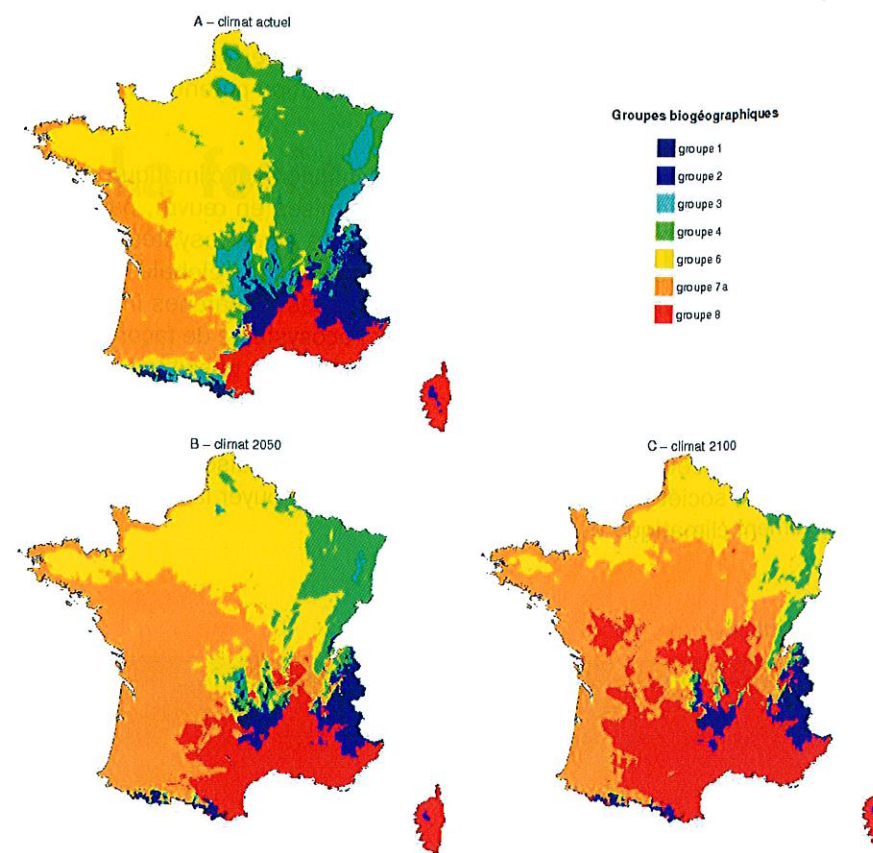
### Remaniement ou bouleversement des paysages forestiers ?

Prenons un peu de recul pour imaginer ce que pourrait être l'évolution du paysage forestier vers la fin du <sup>xxi</sup> siècle. Malgré leurs limites, les approches corrélatives sont les seules permettant de prendre en compte de façon globale l'ensemble des ligneux forestiers (Badeau *et al.*, 2010), voire l'ensemble des espèces végétales, en analysant leur fréquence par région. D'autres travaux en cours de développement (Le Bouler *et al.*, 2014) permettent de traiter les espèces de façon générique, et donc de considérer l'évolution simultanée d'un grand nombre d'espèces à l'échelle du continent. Quel aperçu nous donne ces travaux de l'évolution des grands types de paysages forestiers ?

Les climats français s'organisent autour de trois pôles : le pôle méditerranéen, le pôle atlantique et le pôle montagnard (Joly *et al.*, 2010). La combinaison des gradients climatiques correspondants (« méditerranéité », continentalité et altitude) permet de partitionner la France en zones climatiques, qui structurent également la flore forestière (voir fig. 17a). Avec le changement climatique, le découpage de ces zones bioclimatiques se modifie (voir fig. 17b). En particulier, les climats chauds à contrainte hydrique forte s'étendent depuis la zone méditerranéenne vers l'ouest, en Aquitaine et dans le bassin de la Loire, ainsi que le long de la vallée du Rhône vers le nord.

Pour les scénarios climatiques les plus modérés (en pratique jusqu'à 2 °C de réchauffement), bien que le climat devienne par endroit inhospitalier pour certaines espèces, une partie de la flore locale reste adaptée, suffisamment pour que le paysage forestier ne soit pas considérablement perturbé, malgré des évolutions de composition.

Figure 17 – Les bioclimats de France et leur projection en climat futur



(a) Répartition géographique de sept groupes d'espèces de même affinité climatique, obtenus par analyse discriminante sur le climat actuel ;

(b) Projection de ces bioclimats en 2050 ;

(c) Projection de ces bioclimats en 2100.

Scénario A2 Arpège.

Source : Badeau, in Loustau, éd., Quae, 2010.

Pour les scénarios présentant un fort réchauffement et une aggravation du déficit hydrique, des climats aussi chauds et secs que l'actuel climat méditerranéen gagnent une partie importante de la moitié nord, ce qui devrait s'accompagner d'un bouleversement complet de la flore, et donc des écosystèmes forestiers dans leur ensemble. Dans ces scénarios, des mesures actives d'adaptation sont indispensables pour maintenir ou restaurer des services écosystémiques de toute façon modifiés ou redistribués en fonction du climat. La productivité en bois en particulier serait, selon ces hypothèses, en diminution en fin de siècle dans le sud et dans une grande partie de l'ouest de la France, comme l'ont montré les projets

successifs Carbofor<sup>33</sup> (Loustau, éd., 2010), Climator<sup>34</sup> (Brisson et Levrault, éd., 2010) et FAST<sup>35</sup> (Granier, coord., 2013).

Ainsi les approches corrélatives permettent de considérer non seulement des espèces isolément, mais également de projeter l'évolution potentielle de la composition en espèces des écosystèmes.

Cependant notre vision des impacts potentiels du changement climatique demeure encore morcelée, conditionnée par les approches mises en œuvre, par les scénarios choisis pour les projections, et par les entités de l'écosystème considérées. Pour imaginer les futurs possibles dans une démarche globale de prise en compte du changement climatique et d'adaptation, des démarches intégratrices sont nécessaires. L'objectif serait de représenter l'écosystème de façon plus complète, dans un jeu de scénarios décrivant l'ensemble des possibles, et surtout en intégrant les connaissances apportées par les différentes disciplines. Or, si l'approfondissement des connaissances suit naturellement son cours au sein de chaque discipline, cette intégration des différentes visions disciplinaires doit être soutenue par la société et les pouvoirs publics, pour appuyer la prise en compte du changement climatique et de l'adaptation.

33. Projet du programme GICC, mené de 2002 à 2005, qui avait pour but de quantifier les impacts d'un changement climatique sur le bilan et le stockage de carbone, la production primaire et l'hydrologie des grands écosystèmes forestiers français (feuillus sociaux de plaine, pinède atlantique, chênaie méditerranéenne), ainsi que des plantations industrielles d'eucalyptus en milieu tropical.

34. Projet ANR, mené de 2007 à 2010, qui visait à fournir des méthodes et des résultats sur l'impact du changement climatique sur des systèmes cultivés variés, à l'échelle de la parcelle, et dans des climats contrastés français.

35. Projet du programme GICC, mené de 2009 à 2013, qui a pour objectif d'analyser les évolutions régionalisées de la forêt métropolitaine face aux aléas climatiques et biotiques.

## La forêt p chang

