

Le changement climatique : quels impacts sur les forêts ?

Les évolutions continues du climat et les phénomènes climatiques extrêmes ont déjà affecté les écosystèmes forestiers dans leur composition et leur fonctionnement. Quels sont les réponses et les effets observés ou attendus ? Quels sont les mécanismes naturels d'adaptation ? À quoi pourraient ressembler les forêts du futur ? Les incendies de forêt vont-ils s'aggraver ?

Quelles sont les principales réponses des arbres et des écosystèmes forestiers aux changements climatiques ?

Les réponses des arbres et des écosystèmes forestiers aux changements climatiques sont très diverses, elles concernent : leur physiologie (cf. fig. 1), leur vitesse de croissance, leur phénologie (c'est-à-dire le calendrier des végétaux : éclosion des bourgeons au printemps, floraison, chute des feuilles, etc.), leur capacité de reproduction, la composition des communautés végétales et animales, les modifications des stocks et flux de carbone, etc. Concernant ce dernier point, il faut remarquer qu'il y a **rétroaction entre l'atmosphère et les forêts : en situation de stress hydrique marqué, la forêt peut devenir émettrice nette de carbone, aggravant ainsi les effets du changement climatique.** Les processus impliqués permettent souvent aux arbres et aux écosystèmes de s'adapter (cf. section suivante). Mais l'intensité du changement climatique et sa rapidité

peuvent se conclure par l'occurrence de risques : les plus souvent mentionnés concernent les incendies les bio-agresseurs (insectes, maladies), les dépérissements liés au stress hydrique (sécheresses) en particulier dans la partie méridionale de l'Europe, voire les tempêtes hivernales dans les zones boréales aux sols gelés moins longtemps. Les processus évoqués peuvent aussi offrir des opportunités. Par exemple, certaines projections montrent que l'augmentation de la croissance et de la production de bois des forêts en Europe, déjà observée à la fin des années 1990, pourrait se poursuivre au moins à court et moyen terme dans les parties nordiques ou océaniques de l'Europe. Ce phénomène est lié à l'augmentation des températures moyennes, de la teneur atmosphérique en CO₂ et de la pollution azotée due aux activités humaines, et peut agir là où l'eau n'est pas un facteur limitant.

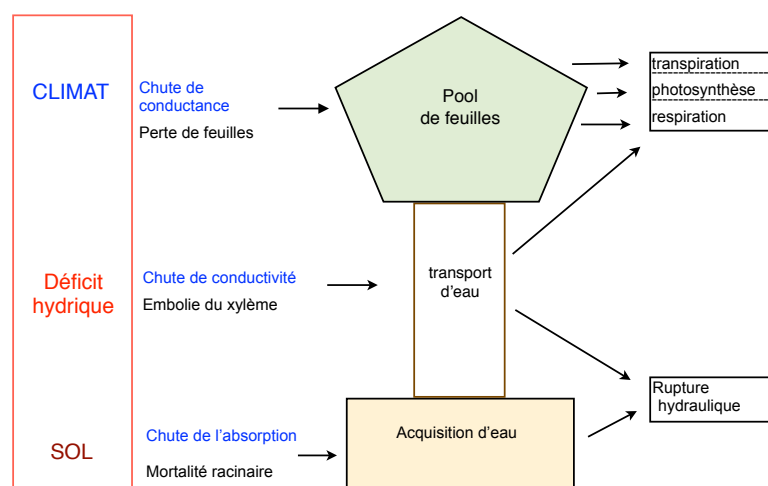


Figure 1. Effet de la sécheresse sur les arbres : le déficit hydrique présent dans l'air et dans le sol affecte : i) l'acquisition d'eau par les racines et leur survie ; ii) son transport par les vaisseaux conducteurs du tronc sujets au risque d'embolie ; iii) le système foliaire et son fonctionnement (échanges gazeux : photosynthèse et transpiration). La réponse de l'arbre peut être rapide et/ou à long terme ; elle peut se traduire par une rupture hydraulique et/ou un manque de carbone. En cas d'action prolongée, le stress peut conduire à la mort de tout ou partie de l'arbre.
Source : Lefèvre et al, 2013

Comment les arbres s'adaptent-ils au changement climatique ?

Comme d'autres êtres vivants, ils peuvent utiliser trois mécanismes (fig. 2) : i) l'acclimatation ou **plasticité phénotypique** : les arbres peuvent survivre et continuer à pousser et se reproduire parce qu'ils ont des exigences écologiques flexibles et peuvent naturellement réagir à une condition environnementale par une modification de forme ou d'état (le phénotype) ; toutefois, en cas de stress plus sévère, les arbres peuvent subir une perte de croissance, des dépérissements ou des mortalités ponctuelles, avant que ne survienne une mortalité massive; ii) l'**adaptation génétique** : la génération suivante possède des caractères différents, plus efficaces, après sélection naturelle des individus et gènes les plus adaptés ; iii) la «fuite» par la **migration** : selon les espèces, les graines se dispersent plus ou moins loin et germent dans des conditions plus favorables (sols plus profonds ou mieux alimentés en eau), ou bien le pollen s'hybride avec une espèce ou une population locale plus résistante. Ces mécanismes naturels d'adaptation peuvent rencontrer toutefois des limites. Pour ne citer qu'un exemple, l'adaptation génétique peut requérir plusieurs générations (en pratique plus d'un siècle), ce qui peut être trop lent face à la rapidité du changement climatique (fig.3).

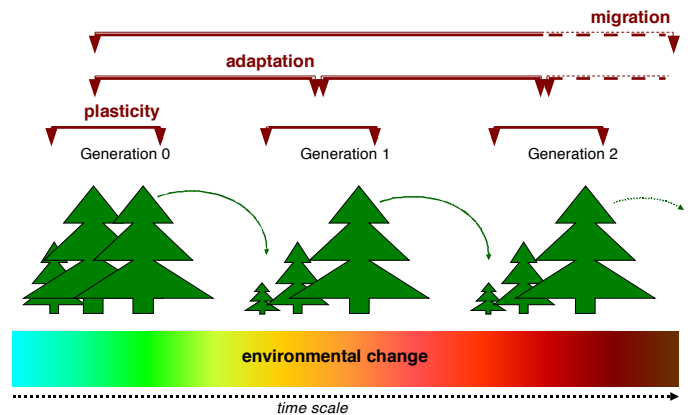
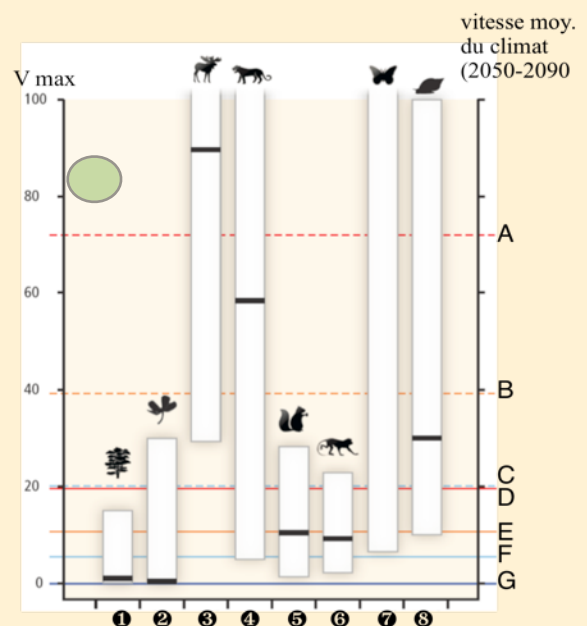


Figure 2. Les échelles de temps de l'adaptation en forêt. Il faut prendre en compte : le temps du changement environnemental (échelle du bas), le temps de l'action à son effet, le temps de génération. Source Lefèvre et al. 2013

Migration des espèces et réchauffement climatique : une course de vitesse où les arbres peinent à « suivre le mouvement »

Dans la figure 3, les barres verticales blanches indiquent pour chaque type d'espèces (1 : arbres - 2 : plantes herbacées - 3 : mammifères ongulés - 4 : mammifères carnivores - 5 : rongeurs - 6 : primates - 7 : insectes phytophages - 8 : mollusques d'eau douce) l'amplitude et la médiane de la vitesse maximum de déplacement. Les lignes horizontales de couleur expriment au niveau planétaire et pour de grandes régions plates la vitesse de déplacement des températures pour chacun des scénarios de changement climatique considérés par le GIEC comme liés aux niveaux des émissions de gaz à effet de serre (A : RCP8.5 régions de plaine - B : RCP6.0 régions de plaine - C : RCP 4.5 régions de plaine - D : RCP 8.5 moyenne mondiale - E : RCP6 moyenne mondiale - F : RCP 4.5 moyenne mondiale - G : RCP 2.6 régions plates et moyenne mondiale). Les interventions humaines, telles que les transports et la fragmentation des habitats peuvent grandement accroître ou décroître les vitesses de déplacement des espèces. Les espèces dont les vitesses maximum sont inférieures au niveau des lignes horizontales vont difficilement pouvoir suivre le réchauffement en l'absence d'intervention humaine.

Figure 3. Vitesses maximum (V_{max}) auxquelles les espèces peuvent se déplacer dans des paysages (km/10 ans) d'après des observations et des modèles, comparées aux vitesses auxquelles les températures vont se déplacer selon les modèles prédictifs de changement climatique. Source : GIEC AR 5, 2014



A quoi pourraient ressembler les forêts européennes dans 100 ans ?

Cette question a été récemment abordée par une équipe internationale à partir de **simulations** fondées sur des scénarios du changement climatique du GIEC (augmentation de température de 1,4 à 5,8°C d'ici 2100). Les chercheurs ont utilisé une base de données de 6 129 placettes forestières réparties à travers l'Europe selon une grille de 16 x 16 km et recouvrant environ 206 millions d'hectares de forêt, ainsi qu'un modèle à haute résolution capable de prédire la présence ou l'absence potentielle de 32 essences en fonction de ces scénarios. Même avec un changement climatique modéré, les changements de température et de précipitations influenceront fortement sur les aires potentielles de la plupart des essences (cf. fig. 4A). Les aires d'espèces productives exigeantes en humidité, telles que l'épicéa et le hêtre, vont se réduire (cf. fig. 4B) au profit d'espèces plus adaptées à la sécheresse (exemple, chênes et pins méditerranéens) mais à faible valeur économique. D'ici 2100, une telle évolution pourrait réduire singulièrement la valeur économique des forêts de 14 à 50 % (cf. fig. 5C), ce qui équivaudrait, en l'absence de mesures efficaces, à une perte potentielle de plusieurs centaines de milliards d'euros. S'agissant de simulations, une interprétation prudente s'impose, mais les tendances observées sont claires.

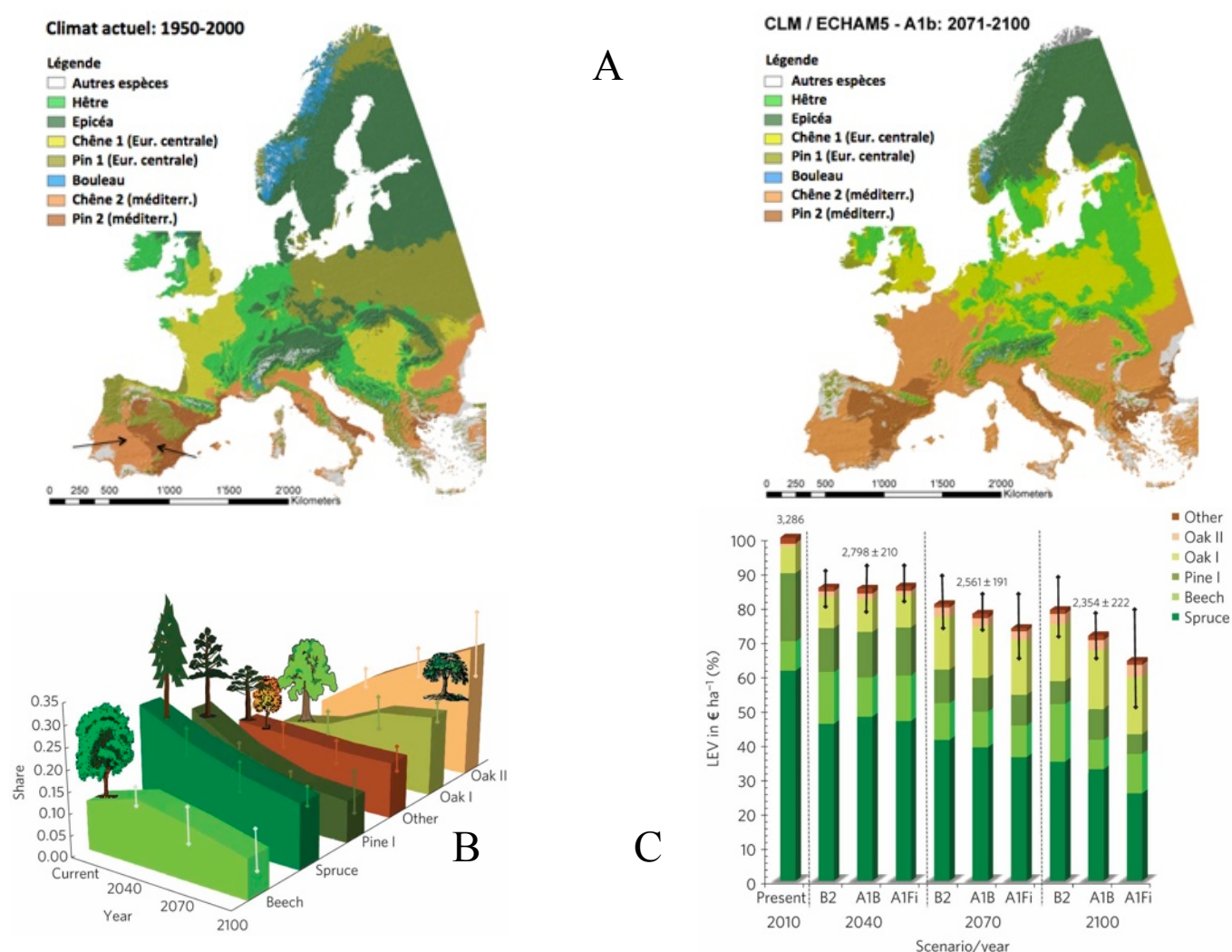


Figure 4. Évolutions modélisées de la distribution des forêts en Europe et de leur valeur économique : le projet MOTIVE (source : Hanewinkel et al., Nature Climate Change 2012)

- A : Répartition potentielle des principales essences forestières en Europe : a) à gauche, période actuelle ; b) à droite, avec le scénario A1B (réchauffement modéré, 2070-2100).
- B : Évolution des proportions de la surface occupée par ces essences avec ce scénario jusqu'en 2100.
- C : Évolution de l'estimation de la valeur actualisée des forêts (LEV) selon 3 scénarios du GIEC (2010-2100), par rapport à l'année de référence 2010 (= 100%) avec un taux d'intérêt moyen de 2%.

Le changement climatique va-t-il aggraver le risque d'incendies de forêt en France ?

L'accroissement des températures et des sécheresses estivales en France, et l'augmentation probable de leurs manifestations extrêmes (comme en 2003) vont aggraver le risque d'incendie de forêts dans les régions où il sévit déjà, et l'étendre à de nouvelles aires géographiques. La moitié de la surface forestière métropolitaine pourrait être exposée à l'aléa «feu». Ces résultats sur la sensibilité potentielle des massifs forestiers aux incendies de forêt (fig.6) doivent conduire à **revisiter les stratégies nationales de gestion de ce risque et d'allocation de moyens à la prévention et la lutte.**

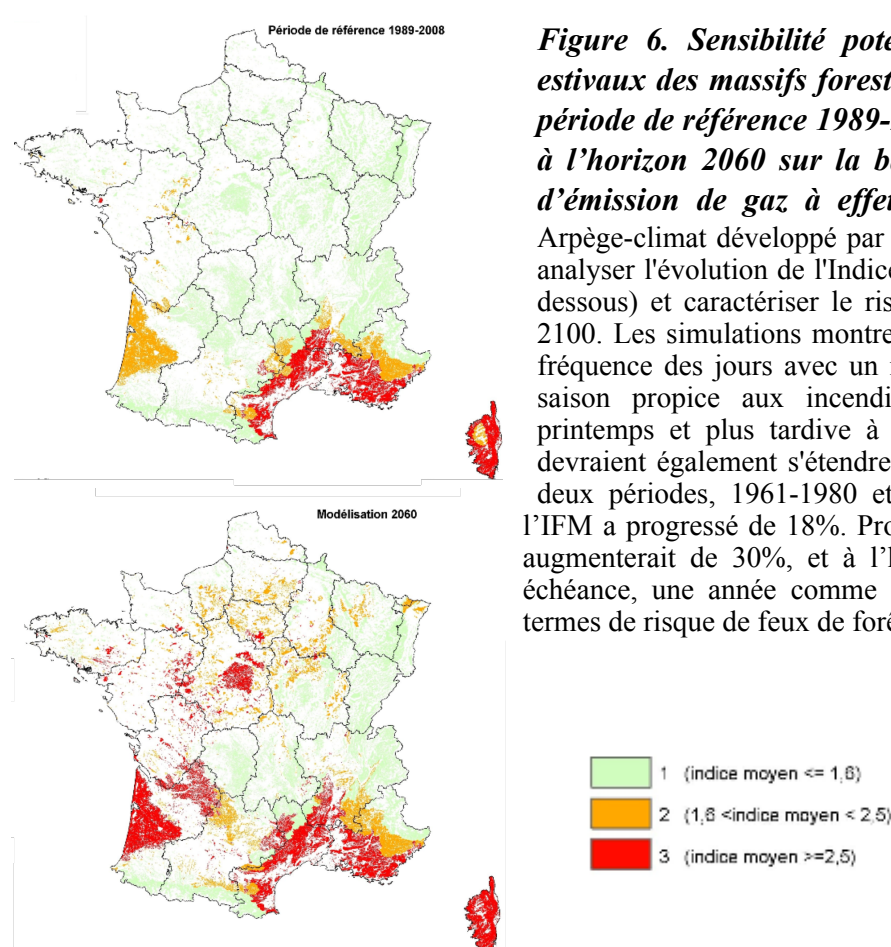


Figure 6. Sensibilité potentielle aux incendies de forêts estivaux des massifs forestiers de plus de 100 ha ; en haut, période de référence 1989-2008 ; en bas, valeurs modélisées à l'horizon 2060 sur la base d'un scénario vraisemblable d'émission de gaz à effet de serre. En utilisant le modèle Arpège-climat développé par Météo-France, les chercheurs ont pu analyser l'évolution de l'Indice Forêt-Météo (IFM, voir encadré ci-dessous) et caractériser le risque d'incendie, de 1958 à l'horizon 2100. Les simulations montrent une augmentation constante de la fréquence des jours avec un risque de feux de forêt, ainsi qu'une saison propice aux incendies plus longue (plus précoce au printemps et plus tardive à l'automne). Les territoires à risque devraient également s'étendre vers le nord de la France. Entre les deux périodes, 1961-1980 et 1980-2008, la valeur moyenne de l'IFM a progressé de 18%. Projetée à l'horizon 2040, cette valeur augmenterait de 30%, et à l'horizon 2060 jusqu'à 75%. À cette échéance, une année comme 2003 deviendrait ainsi la norme en termes de risque de feux de forêt. Source : Chatry et al. 2010

L' Indice Forêt-Météo (IFM) : cet indice estime le risque de feux de forêt en intégrant la probabilité de départ d'un feu et son risque de propagation. Météo-France le calcule quotidiennement sur tout l'Hexagone et transmet ces informations à la sécurité civile. Il est calculé à partir de données météorologiques simples : température, humidité de l'air, vitesse du vent et précipitations. Ces composantes alimentent un modèle numérique simulant le temps ou le climat, pour représenter l'état hydrique de la végétation et le risque d'incendie qui en découle. Il est possible de calculer un IFM jour par jour pour différentes périodes de temps passées, présentes ou futures en utilisant un modèle climatique pour cette projection.

Recommandation : la lecture de cette fiche peut être complétée par celle des fiches 5.01, 5.03, 5.04, 5.05, 5.06, 6.01, 6.03, 6.08

Ce qu'il faut retenir

- Les réponses des forêts au changement climatiques sont très diverses et impliquent de nombreux processus
- Les mécanismes naturels de l'évolution pourraient s'avérer trop lents pour permettre aux arbres de s'adapter
- Des projections laissent entrevoir des modifications majeures de l'aire potentielle des essences et un impact globalement négatif sur la valeur économique des forêts
- Le risque d'incendie va menacer une zone géographique très étendue