

# À quels risques les forêts sont-elles exposées ?

À côté des phénomènes dévastateurs (tempêtes ou incendies) largement rapportés par les médias, d'autres risques ont également un impact sur les forêts. Quels sont-ils ? Qui subit les dommages forestiers : les propriétaires ou la société ? Peut-on assurer les forêts ?

## Vous avez dit risque ?

Le **risque** est « un danger éventuel plus ou moins prévisible » (Petit Robert, 1996) ou « un danger, inconvenient plus ou moins probable auquel on est exposé » (Petit Larousse, 1997). Ces deux définitions font ressortir plusieurs dimensions du risque : son caractère **dommageable**, sa nature **aléatoire** (probabilité, prévisibilité incertaine), et le degré d'**exposition** correspondant de personnes, de biens ou de systèmes. La figure 1 permet d'illustrer le concept de risque. À l'origine du risque, se trouve l'**aléa**, c'est à dire l'expression d'un phénomène (exemples : vent, pluie, tremblement de terre) entraînant des effets indésirables. Un aléa peut être caractérisé par son **intensité**, sa distribution géographique et sa **probabilité** d'occurrence. Cet aléa peut plus ou moins affecter les éléments considérés selon leur degré d'**exposition** (ainsi, une forêt située en crête sera plus exposée aux vents forts) et leur **vulnérabilité**. Ce dernier terme recouvre lui-même plusieurs aspects : i) la plus ou moins grande prédisposition à subir un dommage : ainsi en hiver, les essences à feuilles caduques sont moins vulnérables aux tempêtes que les résineux à feuillage persistant ; ii) la valeur (pas seulement monétaire) des enjeux concernés : ainsi, un incendie peut anéantir un peuplement forestier de montagne, certes jugé à faible valeur pour son bois mais dont le rôle de protection contre l'érosion est important ; iii) la **résilience**, c'est-à-dire la capacité pour une forêt à revenir naturellement après des dommages subis à un état proche de l'état antérieur. Le mot **risque** est le plus souvent utilisé pour évaluer la résultante de l'interaction des trois composantes : aléa, exposition et vulnérabilité, en terme de **dommages** ou d'impacts subis, principalement socio-économiques. Une autre question est celle de l'**acceptabilité** du risque par les sociétés qui y sont exposées, facteur qui va déterminer le niveau de protection souhaité.

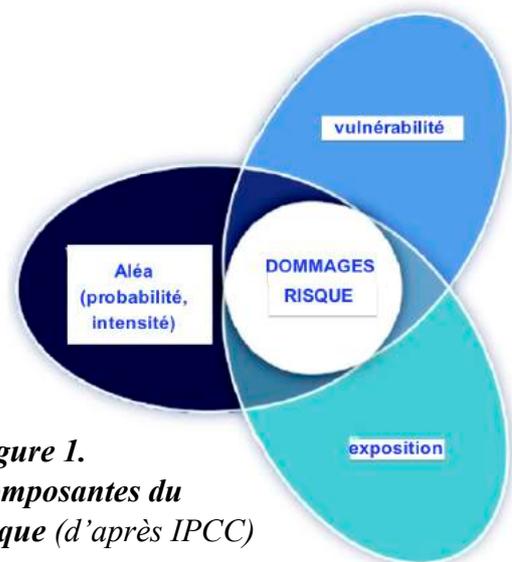


Figure 1.  
Composantes du  
risque (d'après IPCC)

## Quels sont les principaux risques affectant les forêts ?

Les forêts sont soumises à des risques multiples. Les arbres sont des organismes longévifs et des aléas, même à faible probabilité, peuvent les affecter au cours de leur vie. On parle de risques **biotiques** quand l'agent responsable est un agent biologique : maladies (champignons, bactéries, virus), plantes invasives, insectes ravageurs (xylophages ou phytophages), mammifères, etc. On parle de risques **abiotiques** pour des aléas de nature physique : vent, gel, sécheresse ou feu, qu'ils soient de cause naturelle ou induits par l'homme (cas du changement climatique). Il faut y ajouter les agents **chimiques** avec les polluants atmosphériques et notamment le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et l'ozone, qui ont causé régionalement des dépérissements forestiers importants en Europe à la fin des années 1980 (attribués aux « pluies acides »).

On distingue généralement les risques **directs**, ceux dont les effets sont immédiats sur les arbres (ou les infrastructures), comme les tempêtes ou les incendies, et les risques **indirects**, ceux dont les effets sont différés. Dans ce dernier cas, les dommages retardés peuvent être liés à d'autres agents ; ainsi, après tempête, une attaque sévère d'insectes (scolytes) peut survenir. Mais on peut observer aussi des effets sur les prix et marchés, (cas d'une chute des prix du bois compromettant la réalisation des opérations sylvicoles (renouvellement, éclaircies), et des effets sociaux (exemple d'une fermeture d'entreprise de la filière à la suite de dommages catastrophiques). Il peut s'agir également de dommages liés aux services environnementaux : i) une forêt sous stress hydrique marqué peut avoir un bilan de carbone négatif en devenant émettrice nette de gaz à effet de serre ; ii) une forêt qui brûle émet de grandes quantités de gaz à effet de serre et peut perdre des composantes précieuses de sa diversité biologique ; iii) l'incendie d'un bassin versant forestier peut entraîner l'envasement d'un barrage à l'aval et la pollution de son eau.

Cependant, des phénomènes tels que les vents forts ou les feux n'ont pas toujours un caractère catastrophique du point de vue écologique, sauf quand ils font disparaître des habitats emblématiques ou des populations végétales et animales uniques. Ces «**perturbations**» sont même l'un des moteurs naturels du fonctionnement des écosystèmes forestiers. Ainsi, le vent en faisant tomber des bouquets d'arbres crée des trouées dans le peuplement permettant la régénération et le développement des jeunes semis, ou encore : la dissémination de certaines espèces méditerranéennes, qui ont co-évolué avec le feu, est favorisée par lui. Le caractère catastrophique des grandes tempêtes et des grands feux tient au fait qu'ils impactent des écosystèmes et des territoires **gérés** et/ou habités.



*Figure 2. Dégâts de la tempête Klaus (2009) dans une forêt de pin en Aquitaine*



*Figure 3. Peuplement de pin d'Alep incendié*

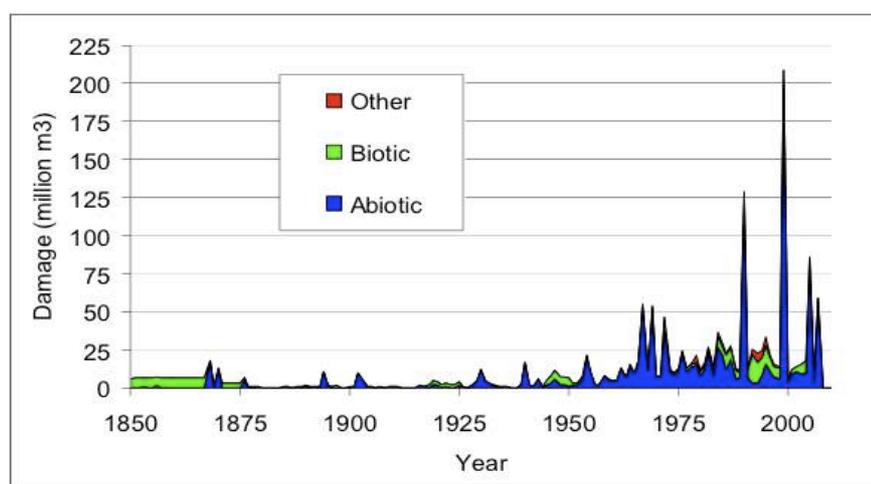


*Figure 4. Forêt de chêne pédonculé dépérissante en Forêt de Vierzon suite à la sécheresse de 2003 (photo ONF)*



*Figure 5. Galeries de scolyte typographe sur épicéa (photo Tonu Pani)*

En termes de dommages aux forêts, les **tempêtes** sont de loin l'aléa dont l'impact est le plus fort (cf. fiche 5.02). À elles seules, elles représentent plus de la moitié des volumes abattus dans les forêts européennes (voir fig. 6). La sécheresse (fig. 4) entraîne des dommages qui sont le plus souvent dispersés, mais parfois concentrés de manière très locale ; en outre ses effets peuvent être différés et peuvent se cumuler. Les incendies (fig. 3) sont régionalement la cause de dommages importants (en moyenne 16% des dommages observés dans les forêts européennes). Les **bio-agresseurs** (maladies, insectes) provoquent des dommages graves aux forêts qui représentent 16% des dommages observés en Europe, dont la moitié du fait d'attaques brutales des insectes scolytides (fig. 5). L'**accroissement considérable des dommages observés** dans les forêts européennes (fig. 6) tient probablement à la conjonction de plusieurs éléments : i) inventaires plus précis ; ii) surfaces forestières en expansion et augmentation des volumes sur pied ; iii) série de phénomènes tempétueux.



*Figure 6. Évolution des dommages observés (en Mm<sup>3</sup>) dans les forêts européennes (source : Schelhaas 2008). De 1950 à 2000, le volume annuel moyen des dégâts est de 35 Mm<sup>3</sup>, causés à 53% par les tempêtes, 16% pour les incendies et 16% pour les insectes et maladies.*

### Les risques forestiers : quels impacts sur les propriétaires et la société ?

Le **propriétaire forestier** (public ou privé) est confronté dans ses objectifs de gestion, que l'accent soit mis plus ou moins sur la production ligneuse ou sur la valeur patrimoniale de la forêt, à des choix et des décisions lourdes, souvent irréversibles, dans une perspective à long terme marquée par le risque et l'incertitude. La difficulté de localiser et de quantifier ces risques, notamment ceux liés au changement climatique, est anxiogène et accentue son aversion au risque, c'est à dire qu'il préférera une gestion procurant un revenu limité mais assez sûr, à une gestion potentiellement plus rémunératrice mais plus risquée. Ceci explique pour partie la forte diminution des plantations constatée depuis une quinzaine d'années. Pour le propriétaire, les pertes sont avant tout économiques. Elles sont liées aux aléas (principalement les tempêtes et l'incendie) affectant le revenu et le capital. Mais il peut subir aussi des pertes liées à l'évolution défavorable des prix et des taux d'intérêt. Cependant, nombre de propriétaires sont aussi attachés à une gestion patrimoniale de leurs forêts et des aménités, pas nécessairement marchandes, qu'elles procurent.

La **société** est également concernée par les risques affectant les forêts, pas forcément pour les mêmes raisons que les propriétaires forestiers. Des cataclysmes comme les tempêtes peuvent impacter fortement l'ensemble de la filière forêt-bois et l'emploi, y compris hors des régions touchées. Les nombreux biens et services fournis «gratuitement» à la société par la forêt peuvent être profondément altérés par les dommages de grande ampleur. Par exemple, les grands incendies menacent les personnes et leurs biens et sont générateurs d'un surcroît d'émission de gaz à effet de serre. Une canicule sévère sur de vastes surfaces peut réduire voire inverser la fonction de stockage de carbone de la forêt.

Il y a bien alors un champ possible pour des **politiques publiques** visant à concilier les intérêts des propriétaires et ceux de la société dans le cadre d'un **partenariat public/privé** (cf.section suivante consacrée à la mutualisation des risques).

### Les risques forestiers sont-ils mutualisables ?

Considérée en France comme un bien assurable, la forêt ne bénéficie pas du régime de catastrophes naturelles en cas de dommages. Pourtant, faute d'offre suffisamment attractive de la part des assureurs présents sur le secteur, très peu de propriétaires souscrivent un contrat pour leurs parcelles boisées. 400 000 hectares de bois seulement (contre 700 000 en 1990) seraient aujourd'hui couverts contre les risques de destruction sur les 12 millions d'hectares que compte la forêt privée française. Les tempêtes de 1999 et de 2009 sont passées par là. D'une part, d'importants subsides de l'État ont alors aidé les propriétaires au nettoyage et à la reconstitution des peuplements sinistrés, mais, de ce fait, ils n'ont pas incité les propriétaires à s'assurer. D'autre part, le niveau colossal des dommages alors observés a conduit les assureurs existants à relever de manière importante les primes d'assurance et réduire le taux de couverture des risques forestiers. Les forestiers préfèrent alors le plus souvent ne pas souscrire de contrat que d'amputer une bonne part des revenus de leurs forêts en prime d'assurance. Face à ce constat, l'État et les forestiers privés ont pris des mesures ou se sont organisés pour **inciter les propriétaires à recourir à l'assurance privée et à l'épargne de précaution** (cf encadré ci-dessous).

#### Pour assurer les forêts : l'État et les propriétaires en synergie

L'État, avec la loi du 27 juillet 2010 de modernisation de l'agriculture et de la pêche, a institué un comité national de la gestion des risques en forêt pour conseiller le ministre en matière de connaissance des risques et de mise en place des instruments appropriés pour leur gestion. La même loi stipule qu'à compter du 1er janvier 2017, les parcelles forestières considérées comme assurables face au risque tempête ne seront plus subventionnées sur fonds publics pour leur nettoyage et leur reconstitution. En outre, une loi de finances rectificative en 2013 prévoit la création d'un compte d'investissement forestier et d'assurance, le CIFA, pour favoriser l'assurance des forêts. Les sommes déposées bénéficieront d'une exonération d'ISF et de droits de donation ou de succession à hauteur de 75%. En sus des offres d'assurances forestières existantes (Groupama MISSO, Pacifica-XLB assurances, GAN assurances), la **Fédération des Forestiers Privés de France** a lancé en 2013 en partenariat avec un courtier d'assurance une nouvelle offre, «Sylvassur», pour inciter les propriétaires de forêts à s'assurer contre la tempête et le feu. Cette offre propose notamment des tarifs attractifs et des modalités souples en termes de risque (incendies, ou tempête et incendie) et de choix des parcelles à assurer. Sylvassur est adossé aux Lloyds de Londres, qui assurent déjà de grandes forêts aux USA, Canada et Australie. Cette mutualisation intercontinentale permet d'obtenir des conditions plus avantageuses, qu'une mutualisation à la seule échelle française. Alors que 20% des propriétaires forestiers se déclarent intéressés par la souscription d'une assurance, cet instrument pourrait constituer un outil efficace dans la perspective de la gestion durable des forêts.

*NB : Les forêts des investisseurs institutionnels sont généralement assurées, mais pas celles des collectivités. Pour les forêts domaniales, l'État est son propre assureur; mais réparties géographiquement, elles peuvent bénéficier d'une forme de mutualisation.*

#### Ce qu'il faut retenir

- Une analyse raisonnée du risque doit intégrer toutes ses composantes
- Les risques, dans leur diversité, sont inhérents à la gestion forestière
- Les tempêtes et les incendies sont les aléas les plus destructeurs ; les dégâts dus aux tempêtes semblent augmenter
- Les risques qui affectent les propriétaires et la société ne sont pas forcément les mêmes
- Pour mieux mutualiser les risques, de nouvelles mesures combinant fiscalité, épargne et assurance privée sont en place

#### Recommandation : la

lecture de cette fiche peut être utilement complétée par celle des fiches : 2.10, 5.02, 5.04, 6.02

# Les tempêtes causent-elles aux forêts des dommages croissants ?

Les tempêtes catastrophiques de la fin 1999 et du début 2009 ont gravement et durablement impacté la forêt française et sa filière. Quels sont ces dommages ? À quoi sont-ils dus ? Sont-ils en augmentation ? Peut-on les prévenir, et les réparer ?

## Quels sont les dommages forestiers dus aux tempêtes ?

Le vent, y compris dans sa forme extrême, la tempête, participe à la dynamique naturelle des écosystèmes forestiers en renversant de vieux arbres, créant ainsi des trouées plus lumineuses où pourra s'effectuer la régénération. Dans les forêts aménagées et gérées par l'homme, ces perturbations peuvent cependant avoir un impact considérable en termes économiques, sociaux et environnementaux, lorsque des phénomènes tempétueux brutaux affectent de vastes territoires. En Europe occidentale, outre les vents violents liés à des orages mais dont l'impact est local, les fortes tempêtes, liées à la circulation atmosphérique générale, se produisent principalement en hiver (décembre, janvier) et surtout aux latitudes moyennes. Les dégâts potentiels maximums sont fortement corrélés à la vitesse ( $v$ ) des rafales de vent. Ils sont faibles pour  $v < 120$  km/h, modérés pour  $120 < v < 145$ , importants pour  $145 < v < 160$ , très sévères si  $v > 160$  km/h.



*Figure 1. Dégâts en forêt landaise de pin maritime (tempête Klaus de janvier 2009 (photo : forêt privée française)*



*Figure 2. Après la tempête Gudrun en Suède (2005), piles de bois (13 m de haut, 1 km de long) stockées sous aspersion sur l'aérodrome désaffecté de Byholma totalisant 1 million de m<sup>3</sup> (photo Ola Nilsson)*

Les dommages aux arbres se classent en trois catégories : i) les dégâts primaires juste après la tempête, de type mécanique, ils se traduisent par la casse du tronc et/ou le renversement des arbres ; ii) les dégâts secondaires différés dans le temps : attaques d'insectes sous corticaux ou autres bio-agresseurs, et aussi feu, neige ou glace, voire d'autres coups de vent ; iii) les dégâts tertiaires, comme les pertes de production d'arbres détruits avant l'âge optimum d'exploitation. Responsables de plus de la moitié des dommages forestiers catastrophiques observés en Europe au cours des dernières décennies, les tempêtes sont, de loin, le premier facteur de pertes. On évalue généralement ces dégâts en volume de bois. La traduction complète de ces dommages en termes économiques, doit prendre en compte : les préjudices liés à : la baisse des prix du bois rendu usine, due à l'engorgement des marchés ; la dépréciation de la qualité du bois ; la hausse des coûts d'exploitation ; les coûts additionnels éventuels de transport à longue distance et de stockage (au titre des dommages primaires) ; les coûts additionnels dus à la dispersion des bois victime des dommages secondaires ; les pertes financières liées aux dommages tertiaires.

**Les dégâts causés aux forêts ne se limitent pas cependant à la seule production ligneuse, ils peuvent concerner une large gamme de biens et services qu'elles fournissent, en particulier ceux de nature écosystémique comme le stockage de carbone et les ressources en eau.** La difficulté de leur évaluation monétaire fait qu'ils sont, soit souvent ignorés, soit largement sous-estimés.

### **Quels sont les facteurs responsables des dégâts ?**

Si face à des rafales de vitesse supérieure à 160 km/h, aucune forêt ne peut tenir, il existe pourtant des facteurs qui contribuent à une moindre stabilité des arbres en deçà de ce seuil. On peut les classer comme suit :

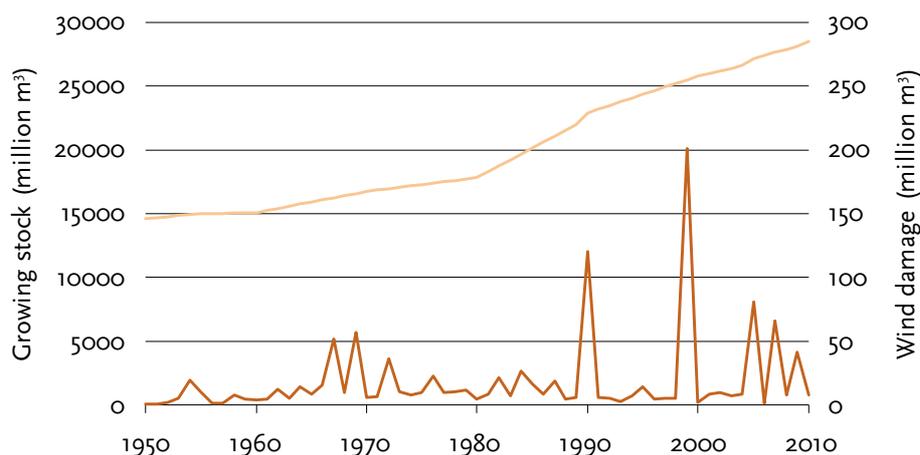
- i) **vent** : il joue non seulement par la vitesse de ses rafales mais aussi par les turbulences dues au relief, aux implantations humaines éventuelles et à la conformation de la forêt elle-même ;
- ii) **la topographie et l'exposition** : les situations de col en montagne, les vallées orientées ouest-est, les versants ouest des montagnes, augmentent la vulnérabilité des peuplements, lorsque les tempêtes viennent de l'ouest, ce qui est souvent le cas en hiver.
- iii) **les sols** : peu profonds ou gorgés d'eau en hiver, ils sont défavorables à un bon ancrage des arbres ;
- iv) **différences entre essences** : elles tiennent au type de système racinaire (superficiel ou profond), au caractère caduc ou non du feuillage (les tempêtes se produisent en général en hiver), à la résistance mécanique du bois, et à la nature des terrains les plus appropriés ; parmi les essences résistantes, on trouve le frêne, le charme, les chênes, le sapin ; parmi les moins résistantes, on classe les peupliers, l'épicéa et le pin maritime (qu'il est difficile de dissocier des terrains sableux dans lesquels il pousse).
- v) **caractéristiques des arbres** : l'instabilité d'un peuplement croît avec la hauteur des plus grands arbres ; elle augmente fortement au-dessus de 20-25 m pour les feuillus et de 15 m pour les résineux ;
- vi) **les traitements sylvicoles appliqués** : à l'intérieur du peuplement les arbres les plus élancés (fort rapport hauteur/diamètre) sont les plus vulnérables. Des éclaircies fortes, proches de l'âge d'exploitabilité, accroissent généralement le risque dû au vent. **La tendance générale observée en France et en Europe au cours des dernières décennies d'un accroissement de la densité des peuplements, de leur volume sur pied et de leur âge, va dans le sens d'une plus grande vulnérabilité.** Mais les analyses approfondies effectuées en France après les tempêtes de 1999 n'ont pas permis de montrer une plus grande vulnérabilité pour les peuplements réguliers monospécifiques que pour les peuplements irréguliers et mélangés.

### **Les dommages forestiers liés aux tempêtes sont-ils en augmentation ?**

Depuis 100 ans, on assiste en Europe à un accroissement spectaculaire des dommages (fig.3, page suivante), dû en partie au fait qu'on sait mieux les comptabiliser. Avec plus de 200 millions de m<sup>3</sup> de bois abattus, dont 176 pour la seule France, 1999 établit un record. Les dommages observés cette année là ont représenté quatre fois la récolte moyenne annuelle française en année normale (44 Mm<sup>3</sup>). En 1999 les dommages forestiers ont été estimés en France à 6-7 milliards d'euros et à 2 milliards en 2009, mais pour la seule Aquitaine. Cette augmentation peut venir soit d'une modification des régimes de vent, soit d'une vulnérabilité accrue des forêts françaises et européennes.

**Le régime des vents -t-il changé ? On ne peut affirmer que les tempêtes ont augmenté en fréquence.**-Les tempêtes sont très aléatoires par nature et relativement rares : on ne peut démontrer des tendances à partir de séries encore courtes d'observations météorologiques. Cependant, certains résultats montrent un accroissement de l'intensité des tempêtes avec des trajectoires occupant du sud au nord des bandes plus larges, et pénétrant davantage vers l'est à l'intérieur des terres.

*Figure 3. Évolution des stocks sur pied (en haut) et des dégâts de tempêtes (en bas) en Europe (Schuck & Schelhas 2013).*



**Pourquoi les forêts sont-elles donc plus vulnérables ?** Les statistiques françaises comme européennes montrent clairement au cours des 60 dernières années un accroissement des surfaces occupées par les forêts, du fait des programmes de reboisement, mais surtout du fait d'une «colonisation» forestière naturelle des terres abandonnées par l'agriculture, notamment les prairies. De même, ce processus s'est traduit par une augmentation des volumes de bois sur pied, renforcée par le besoin d'arbres plus gros pour faire face à la demande de bois d'œuvre et, dans certains cas, par des quantités exploitées très inférieures à l'accroissement biologique. Il y a donc plus de forêts et de bois exposés aux tempêtes, d'autant plus que les arbres sont plus hauts. D'où des dégâts plus importants (fig. 3).

#### **Le changement climatique attendu peut-il être un facteur aggravant ?**

Quoique les projections concernant les évolutions du climat soient empreintes d'incertitude, en particulier concernant les régimes pluviométriques et surtout celui des tempêtes, des études suggèrent que le changement climatique augmentera la sévérité des tempêtes dans les prochaines décennies. En effet, l'impact le plus fort du changement climatique sera lié à un accroissement de la vulnérabilité des forêts aux tempêtes. L'augmentation projetée des précipitations hivernales entrainera une saturation hydrique du sol se traduisant par un plus faible ancrage du système racinaire des arbres. Dans les régions froides (Scandinavie) l'élévation des températures se traduira par une réduction de la période de gel du sol, et donc également par un moindre ancrage racinaire. L'augmentation de productivité des forêts constatée dans plusieurs régions en Europe (induite jusque là surtout par les dépôts atmosphériques azotés), etsusceptible d'être soutenue aussi par le changement climatique, fait que les arbres sont aujourd'hui plus hauts, toutes choses égales par ailleurs, ce qui accroît leur vulnérabilité aux tempêtes.

#### **Vivre avec le risque de tempêtes : comment gérer au mieux nos forêts ?**

Les tempêtes sont des aléas prévisibles seulement à très court terme et non contrôlables. La seule stratégie possible est donc d'agir sur les forêts exposées à cet aléa et sur leur gestion ; quatre grandes voies sont possibles :

**a) maintenir le risque à un niveau acceptable, principalement par des mesures préventives visant à réduire impact et vulnérabilité :** après une sérieuse analyse du risque et de la pertinence de l'action (pas d'acharnement dans les sites trop exposés) il convient de mettre en oeuvre des pratiques sylvicoles, telles que : le choix d'espèces, la conduite des - et les soins aux - peuplements, la diversification de la structure et de la composition de la forêt, l'organisation et la gestion des lisières,etc. Lorsque les objectifs de production prédominent, une dynamisation de la sylviculture, avec un raccourcissement de l'âge d'exploitabilité est généralement recommandable (voir fig. 4).

- b) **atténuer les impacts lorsque l'aléa s'est produit** : une efficace gestion de crise doit permettre de sauver et valoriser tout ce qui peut l'être, en ayant recours à un arsenal de moyens allant depuis la disponibilité des machines de récolte, l'organisation du transport des bois (fer, route) y compris dans ses aspects règlementaires, la création ou l'activation de plateformes de stockage sous aspersion ou sous emballage plastique, la mise en oeuvre de mesures de solidarité entre régions touchées et non touchées, comme le report des coupes de façon à éviter d'aggraver encore la chute des cours des bois. Il faut aussi améliorer et développer les systèmes de **partage du risque**, aujourd'hui nettement insuffisants, à travers un ensemble d'instruments : assurances, mesures de compensation fiscale, fonds spécifiques. Ceci passe notamment par la création et/ou le renforcement des partenariats public/privé.
- c) **optimiser la reconstitution des peuplements là où elle est nécessaire** : il s'agit essentiellement de créer une future forêt plus stable, mais aussi plus résiliente, écologiquement et économiquement. À cet égard, il faut comprendre la résilience, non comme un retour à l'état antérieur en termes de composition et de structure des peuplements, mais comme une capacité à maintenir certaines fonctions : production ligneuse, biodiversité, etc.). La reconstitution implique d'abord le rétablissement des accès terrestres aux massifs forestiers, l'exploitation des bois pouvant être sauvés, le nettoyage des respectueux du sol des parcelles, en particulier là où il convient de planter. Les choix entre plantation et régénération naturelle, ou une combinaison des deux, doivent être soigneusement évalués, et leur mise en oeuvre doit s'inscrire dans un schéma sylvicole et d'opérations forestières allant jusqu'à l'exploitation. Enfin, la reconstitution implique la disponibilité de moyens financiers variés.
- d) **être prêt pour faire face à un nouvel aléa** : il s'agit de maintenir des systèmes d'information, des compétences dans l'évaluation des dégâts (oeil, drones, avions et satellites), de mettre à jour des guides de bonnes pratiques, des plans d'urgence, tous instruments à activer en cas de nouvelles catastrophes.

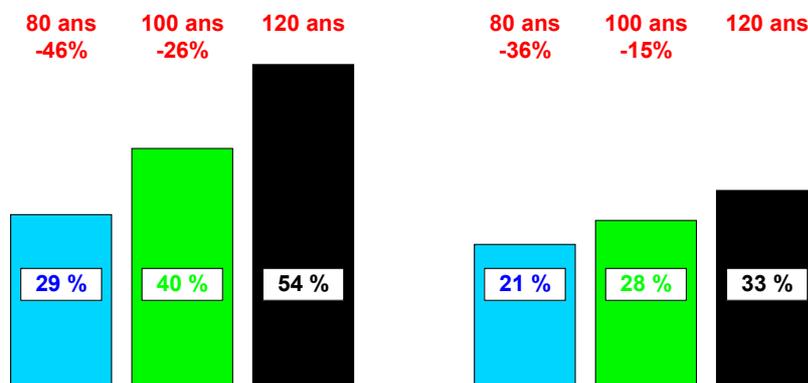


Figure 4. *Vulnérabilité des hêtraies du nord-est de la France* (Vinkler, 2005) Pour des pointes de vent à 150 km/h, la réduction de l'âge d'exploitabilité de 120 à 80 ans permet de réduire significativement le taux de dégâts (en %), plus en sol superficiel (à gauche) qu'en sol profond (à droite).

Des tempêtes catastrophiques pour le secteur forestier, comme Lothar et Martin (1999) ou Klaus (2009), sont aussi l'occasion de réfléchir aux objectifs assignés aux forêts et à leur gestion. On peut penser à : i) introduire de nouvelles pratiques de gestion ; ii) utiliser de nouvelles techniques de plantation et de récolte ; iii) diversifier les essences utilisées ; iv) réserver les zones très exposées à d'autres objectifs que la production ligneuse (biodiversité, récréation ; v) préparer des plans d'urgence et des infrastructures anticipant de futures tempêtes.

### Ce qu'il faut retenir

- Les tempêtes provoquent plus de la moitié des dommages subis par les forêts ; les plus récentes ont eu un impact lourd et durable sur la filière
- Les mesures préventives peuvent limiter la vulnérabilité des forêts
- On ne peut raisonnablement agir que dans les sites forestiers moyennement exposés
- Les stratégies de reconstitution doivent concilier économie et écologie
- Les systèmes de partage du risque nécessitent d'être améliorés
- Il convient de maintenir en veille des dispositifs prêts à être activés en cas de crise

# La sécheresse : quels risques pour les forêts ?

Les forêts ont de tous temps été exposées aux aléas climatiques tels que la sécheresse, mais la perspective sous nos latitudes d'une augmentation de la fréquence et de l'intensité de cet aléa liée au changement climatique, soulève beaucoup d'interrogations. Comment caractérise-t-on la sécheresse ? Comment les arbres y répondent-ils et avec quelles conséquences ? Quels sont ou seront les effets forestiers des sécheresses récentes et futures ?

## Comment caractériser la sécheresse ?

On peut définir la sécheresse de quatre manières :

1. la **sécheresse météorologique**, qui est liée à un déficit de pluie, qui en été se combine à une température élevée et un faible taux d'humidité de l'air -
2. la **sécheresse hydrologique**, qui affecte les écoulements de surface et les ressources en eau -
3. la **sécheresse socio-économique**, qui impacte nos équipements (barrages, refroidissement des centrales) -
4. la **sécheresse « agricole »** qui est liée à une **faible disponibilité de l'eau du sol** pour les plantes.

Pour une forêt, la sécheresse est donc essentiellement un déficit plus ou moins marqué de la disponibilité en eau pour les arbres, lié à une réserve en eau du sol devenue insuffisante pour pouvoir être extraite dans de bonnes conditions par les racines. Or un minimum d'eau dans le sol est nécessaire à la survie des plantes, car il permet de maintenir un flux d'eau depuis les racines jusqu'aux feuilles assurant une turgescence cellulaire suffisante pour la croissance, le turnover des nutriments et l'ouverture des stomates permettant les échanges gazeux (cf. fiche 2.04). La sécheresse a une dimension temporelle (le déficit s'étend sur une durée plus ou moins longue, cf. fig.1), et spatiale, (le déficit est variable au sein d'une même forêt, selon la profondeur du sol et ses propriétés). Sous nos latitudes, ce déficit en eau du sol est évidemment plus fréquent et plus intense en été, saison caractérisée par des précipitations faibles, et des températures élevées qui accroissent la demande évaporative. On peut observer aisément les effets de la sécheresse sur les forêts quand elle induit directement des dépérissements massifs (fig.2) ou plus ou moins diffus (fig.3), sur des peuplements adultes ou jeunes (plantations), et indirectement par des grands feux ou encore des épidémies d'insectes ravageurs. Cependant, même une sécheresse modérée peut avoir des impacts différés et prolongés sur la structure et les fonctions des forêts, sans que l'on observe les dommages à grande échelle mentionnés ci-dessus. L'évaluation de ces impacts est donc complexe, car les réponses des arbres de la forêt à la sécheresse varient dans le temps, dans l'espace et entre les essences.

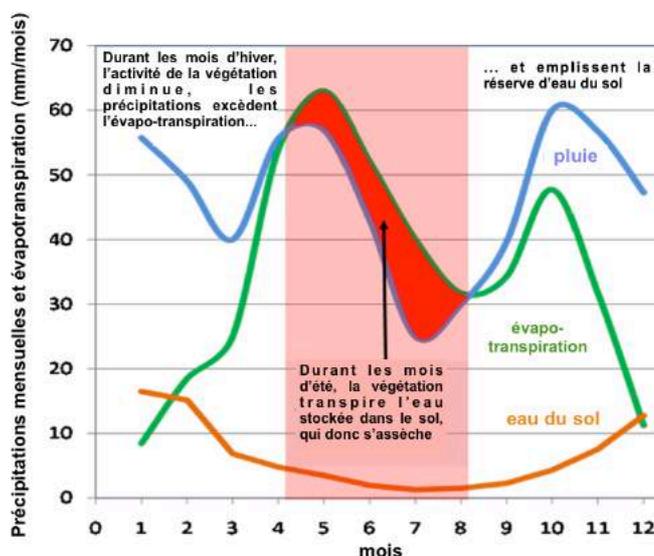


Figure 1. Évolution annuelle de l'eau dans le sol, de l'évapotranspiration et de la pluviométrie dans une forêt de *Quercus ilex* (chêne vert) à Prades (Catalogne). L'estimation de la quantité d'eau du sol de cette forêt va de 96 à 0,2mm selon la profondeur du sol et la saison dans l'année. On observe que la sécheresse s'installe à partir du mois d'avril pour une durée de 4 mois. Source : Sabaté et Gracia (2011)



Figure 2. (à gauche) *Sapinière sérieusement affectée par la sécheresse de 2003 dans les Alpes-Maritimes* Source : ONF

Figure 3. (en haut) *Dégâts de sécheresse sur jeune plantation résineuse* - Source : DSF

### Comment la sécheresse agit-elle sur les forêts ?

Une forte demande évaporative, liée à une température élevée et une faible humidité atmosphérique, et une faible réserve de l'eau disponible dans le sol se combinent pour induire un stress. La réponse de l'arbre à ce stress, va être de contrôler ses pertes en eau grâce à différents mécanismes. La réponse la plus rapide est la fermeture des stomates (cf. fiche 2.04) qui réduit la conductance stomatique pour l'eau, mais en même temps réduit la fixation du carbone par la photosynthèse (cf. fig.4) ; il existe aussi un mécanisme physiologique de tolérance à la dessiccation appelé «ajustement osmotique» par lequel la plante maintient ses cellules turgescentes. À court terme, la plante résout ainsi le problème de la déshydratation continue des tissus qui la menaçait. La réduction de la photosynthèse peut causer des problèmes si les réserves carbonées de la plante sont insuffisamment disponibles pour subvenir aux besoins de la respiration de la plante. Par ailleurs, le manque d'eau peut limiter la fonction de transport du phloème (liber) et la translocation du carbone sur une longue distance à l'intérieur des arbres. D'autres problèmes peuvent surgir, comme une température excessive de la feuille, favorisée par une réduction de la transpiration, ou une radiation excessive pouvant endommager les photosystèmes du chloroplaste. (d'après Sabaté et Gracia, 2011).

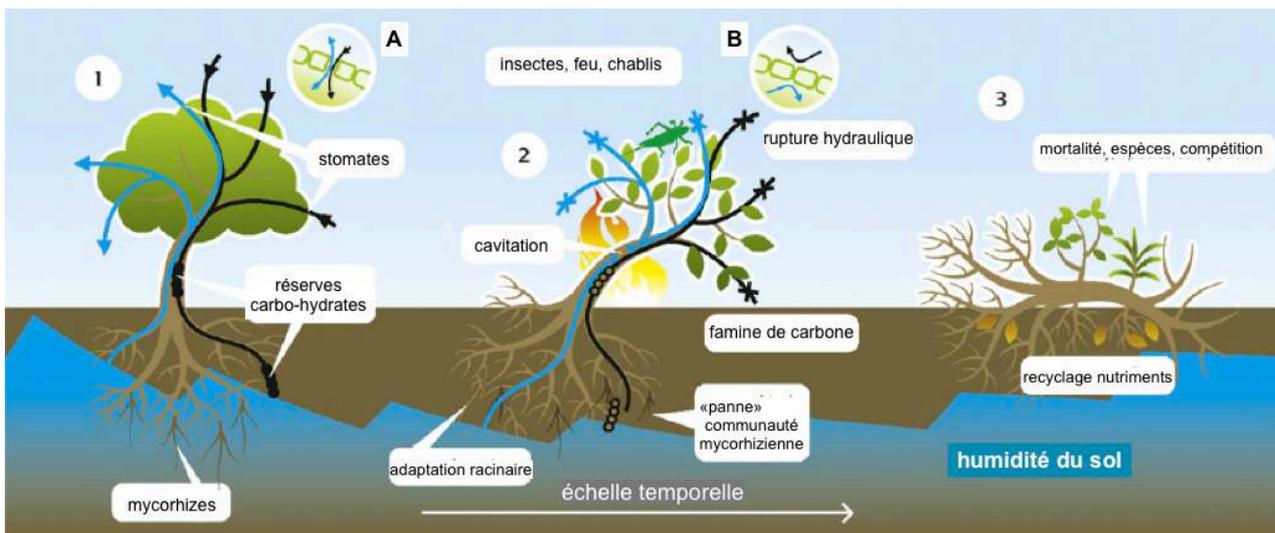
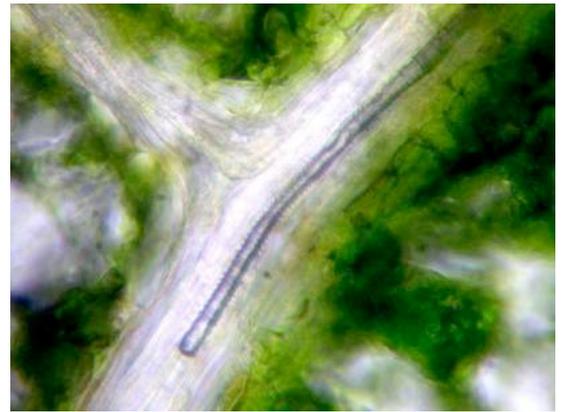


Figure 4. *Illustration schématique de l'interaction entre la sécheresse et le cycle du carbone avant, pendant et après une période d'intense stress hydrique, et les échelles de temps impliquées dans la réponse.* Dans la situation (1) l'humidité du sol est suffisante et les flux d'eau et de carbone sont corrélés à la conductance stomatique (A : stomates ouverts). Dans la situation (2) une intense sécheresse survient, entraînant la fermeture des stomates (B), la cavitation et/ou la privation de carbone, suivie par une vulnérabilité accrue à d'autres perturbations comme les insectes, le feu et le vent. Dans la situation (3) de la mortalité sélective et de la repousse (permise par la recharge en eau du sol) se produisent, en cohérence avec la stratégie des espèces. D'après van der Molen et al. (2011).

Lorsque la limitation en eau est prolongée, la plante répond à moyen terme, par exemple par la chute des feuilles (fig.4). D'autres réponses interviennent à long terme, telles que l'ajustement de caractères morphologiques ou anatomiques (par exemple, feuille ou racines) de la plante ou encore des caractéristiques de ses tissus. Lorsque le stress hydrique devient encore plus prononcé, la pression négative (= tension) dans la sève du xylème (vaisseaux conducteurs) augmente et la **cavitation** peut avoir lieu. Soumise à cette tension, l'eau est en effet physiquement métastable et peut passer à une phase gazeuse plus stable par **cavitation**. L'entrée d'air dans les vaisseaux du xylème crée une **embolie** qui interrompt l'alimentation en eau des feuilles et peut conduire à la **mort** des branches ou de l'arbre entier par dessiccation (fig.5). Il existe une forte variabilité entre espèces, et à l'intérieur des espèces, dans leurs capacités à éviter ou tolérer la sécheresse, à travers les différents mécanismes mentionnés ci-dessus. D'autres mécanismes comme les associations mycorhiziennes sont aussi affectées par la sécheresse (fig.4). Sans surprise, les espèces ligneuses méditerranéennes se distinguent nettement des autres espèces de zone tempérée pour leur adaptation à la sécheresse.



**Figure 5. Une bulle d'air emprisonnée dans un vaisseau du xylème d'une veine de feuille d'arbre.** (Source : Brendel et Cochard, 2011)

### Quels sont les stress hydriques récents et à venir pour les forêts ?

On peut déjà observer dans nombre de régions françaises les impacts de la sécheresse sur les forêts les années où le déficit hydrique est important et les températures élevées comme ce fut le cas en 2003. Ce sont la plupart du temps des dégâts diffus, mais les mortalités peuvent intervenir non seulement l'année de la sécheresse, mais également dans les années suivantes et ainsi se cumuler. Plus généralement, les inventaires forestiers en Europe constatent depuis une quinzaine d'années un accroissement des taux de mortalité, dont la cause semble liée aux phénomènes de sécheresse. La figure 6 montre pour des peuplements résineux en Lorraine sur des sols assez profonds des niveaux de stress hydrique élevés au cours de la dernière décennie. Dans les situations où des espèces sont en limite de leur aire de distribution (par exemple le pin sylvestre dans le département du Var ou le sapin pectiné dans les Alpes méridionales ou encore les Pyrénées), les sécheresses répétées se traduisent par une mortalité importante des populations de ces espèces. Les plantations sont également très sensibles à la sécheresse dans le jeune âge, et c'est probablement à ce niveau que les dommages en termes économiques sont les plus importants, comme on a pu le constater en 2015 et 2016.



**Figure 6. Les années les plus sèches sous résineux en Lorraine au cours de la période 1994-2014.** Le trait rouge vertical représente la valeur moyenne. L'année 2015 se positionne déjà en 4e position alors que le calcul est arrêté au 25 août. Sol à réserve utile de 160 mm et indice foliaire de 6 - (Source : Bréda, 2015)

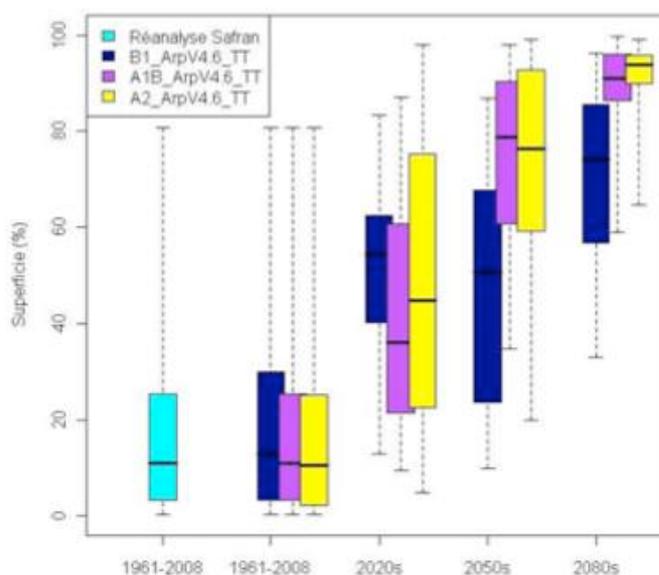
Outre les impacts sur la survie, la vitalité, la croissance des arbres, et donc la production ligneuse, la sécheresse peut avoir des effets indirects nettement plus importants sur le développement épidémique de

populations de pathogènes ou d'insectes ravageurs, sur les incendies de forêt, ainsi que sur la propagation d'espèces envahissantes. Ces questions sont traitées dans les fiches 5.4, 5.05 et 5.10. Les dépérissements qui résultent de la combinaison de la sécheresse et des ennemis naturels peuvent aussi altérer d'autres services écosystémiques procurés par les forêts. Ainsi, la séquestration du carbone par la forêt peut être fortement réduite en cas de stress hydrique sévère.

Les projections montrent que le changement climatique va **accentuer la sécheresse météorologique** sur les forêts françaises en terme d'intensité et de durée et altérer leurs habitats (cf. fiches 6.01 et 6.02). Allant plus loin, une étude novatrice conduite en France métropolitaine (projet CLIMSEC), fondée sur des simulations utilisant les projections climatiques du GIEC (voir fiche 6.01) et des modèles de MétéoFrance, montre que la **sécheresse du sol** («sécheresse agricole») va aller en s'**aggravant** au cours du siècle actuel (fig.7 et encadré 1) laissant craindre des stress importants pour les forêts.

### Encadré 1. La sécheresse des sols : une aggravation temporelle et spatiale pour le siècle en cours

L'évolution des sécheresses en métropole au cours du XXI<sup>e</sup> siècle montre de grandes cohérences dans leur déroulement temporel, malgré des différences régionales d'intensité. Au milieu du siècle (2050), on observe une aggravation des «sécheresses agricoles» malgré une évolution peu sensible du régime pluviométrique. À la fin du siècle (2080), il est très probable qu'une grande partie du territoire connaisse de très longues sécheresses du sol, quasiment sans retour à la situation normale (en référence au climat actuel). En moyenne, cet assèchement du sol se retrouve en toute saison. Dans ce scénario temporel préoccupant, on peut souligner l'évolution plus rapide et plus forte des sécheresses du sol par rapport aux sécheresses météorologiques, sous l'effet probable de l'augmentation de l'évaporation (liée à la température). Ceci met en évidence que la prise en compte des seules précipitations comme variable explicative pour décrire l'évolution des sécheresses, n'est pas pertinente. Enfin, la caractérisation spatiale des projections suggère une aggravation particulière des sécheresses dans les régions connaissant actuellement les sols plus humides en moyenne, comme les régions du Nord de la France ainsi que les zones de montagne. Ces résultats font présumer des conséquences importantes en terme de stress hydrique pour les écosystèmes forestiers. - (d'après Soubeyrou et al. - CLIMSEC, 2012)



**Figure 7. Simulation (entre 1961 et 2100) de la superficie (en %) de la France métropolitaine affectée par les sécheresses «agricoles» modérées à extrêmes sur une période de 12 mois en fonction des scénarios climatiques B1, A1B, A2 (GIEC) du modèle ArpegeV4.6, (Source Soubeyrou et al. - CLIMSEC, 2012)**

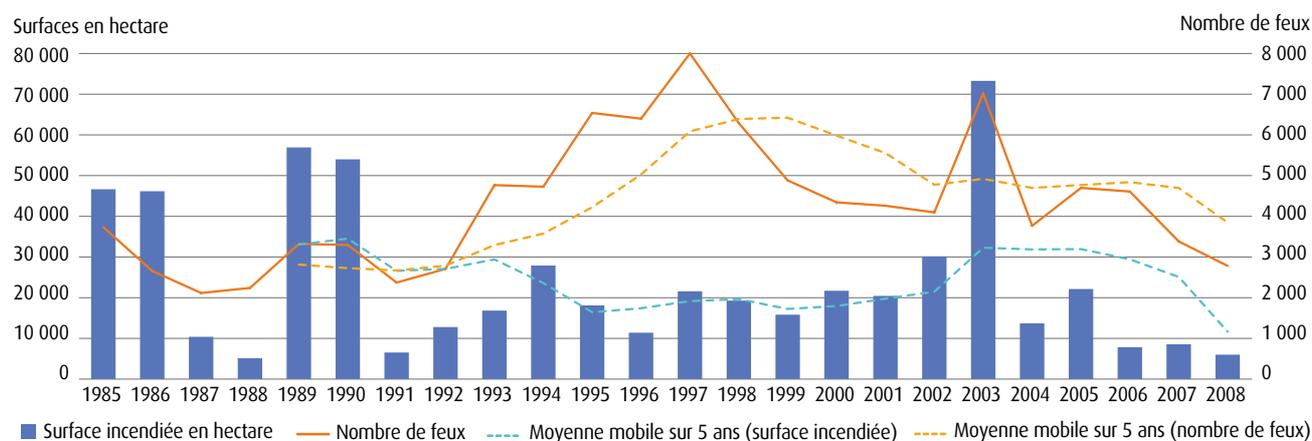
### Ce qu'il faut retenir

- Le stress hydrique affectant les arbres résulte d'une forte demande évaporative et d'une faible disponibilité de l'eau du sol
- Des mécanismes de régulation physiologiques et anatomiques, variables selon les espèces, permettent aux arbres de répondre au stress mais au détriment de la croissance et de la fixation du carbone
- Un stress hydrique intense peut entraîner des phénomènes d'embolie pouvant conduire à la mort de l'arbre
- Le changement climatique agit fortement sur la disponibilité en eau du sol et l'aggravation de cette tendance va impacter les écosystèmes forestiers

**Recommandation** : la lecture de cette fiche peut être complétée par celle des fiches 6.01, 6.02 et de la fiche 6.07 qui informe sur les stratégies à mettre en œuvre pour anticiper les risques de sécheresse.

# Les incendies de forêt : peut-on limiter ce risque ?

Phénomène estival récurrent, surtout en zone méditerranéenne, les incendies de forêts et d'espaces boisés ont, lorsqu'ils ne peuvent être maîtrisés, des conséquences lourdes en termes de sécurité civile (pertes de vies humaines, destructions de biens et d'infrastructures), d'atteinte aux écosystèmes boisés et aux paysages, mais aussi de dommages aux biens et services qu'ils fournissent. Quelles en sont les causes ? Comment gérer ces risques ?



Source : Commission européenne, European Forest Fire Information System (EFFIS, Fire History), 2010. Traitements : SOeS.

Figure 1. Nombre de feux et surfaces totales incendiées en France entre 1985 et 2008

## Quelques données sur les incendies de forêt en France : importance, causes, impacts

Les statistiques sur les incendies de «forêt» regroupent les forêts (sensu stricto) et les zones arbustives, de garrigues et de maquis. Entre 1985 et 2008, on compte en moyenne annuelle 4 000 départs de feux et 24 000 ha de forêts incendiés en France métropolitaine (fig. 1). **Le nombre de feux**, après avoir connu **un accroissement notable** est revenu au niveau des années 80, tandis que **les surfaces brûlées reculent**, grâce aux interventions précoces, aux mesures de prévention, aux outils de surveillance des services de lutte et de secours, et à la gestion forestière.

### Un problème majeur : celui des grands feux dans le Sud-Est de la France

Entre 1982 et 2012 (source Prométhée), les feux de surface supérieure à 100 hectares ne comptaient que pour 9% du nombre total de feux, mais étaient responsables de 72% des surfaces totales brûlées. Les très grands feux (> 1000 ha), avec seulement 0,14 % du nombre total de feux, étaient responsables de 43% des surfaces totales brûlées. Même si l'occurrence des très grands feux au cours de la dernière décennie est stabilisée, l'épisode caniculaire de 2003, avec 14 feux supérieurs à 1 000 ha ayant brûlé 40 000 ha (les 2/3 de la surface totale brûlée cette année là dans la région) rappelle durement les destructions subies quand le feu échappe au contrôle, malgré la puissance des moyens de lutte.

Lorsque la **cause directe** des feux est identifiée (70% des cas environ), **l'homme en est le responsable à 90%**. Même si la malveillance existe (plus ou moins selon les départements), les causes involontaires liées aux travaux ou aux activités et comportements des particuliers sont majoritaires. Les feux générés par des causes naturelles (foudre) sont en revanche peu fréquents (fig.2).

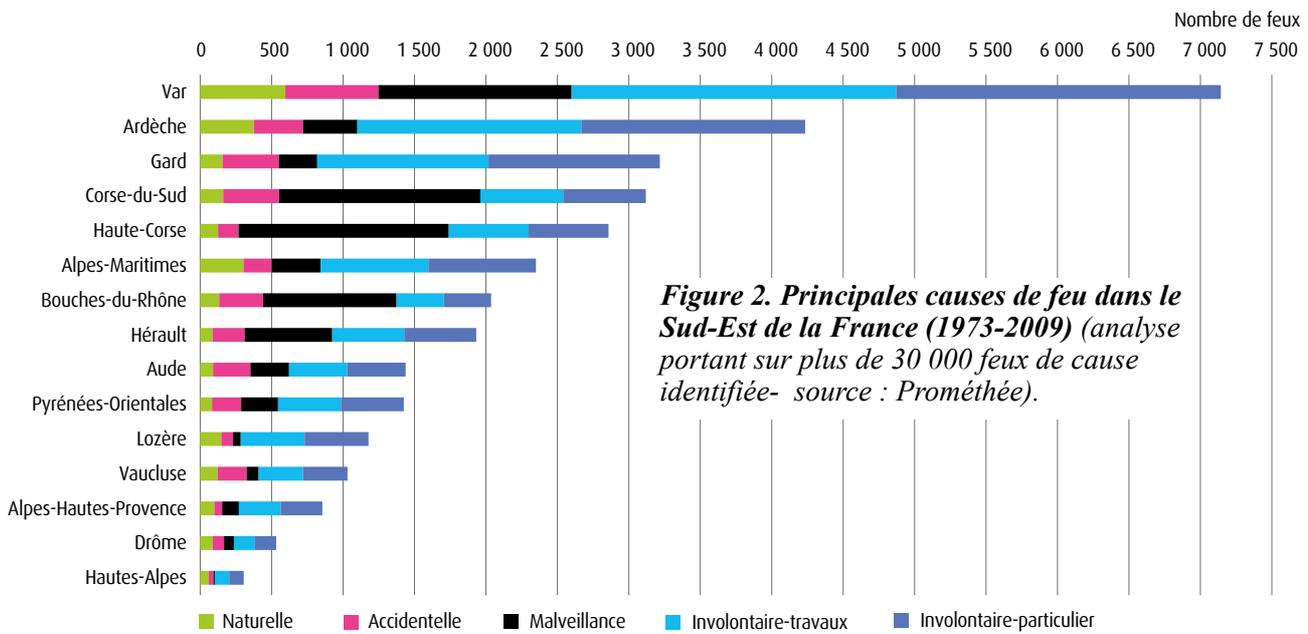


Figure 2. Principales causes de feu dans le Sud-Est de la France (1973-2009) (analyse portant sur plus de 30 000 feux de cause identifiée- source : Prométhée).

Les **causes indirectes** sont multiples. Elles sont liées aux conditions météorologiques (température sécheresse, vent), à l'état hydrique de la végétation, aux structures horizontale et verticale de la biomasse (strates herbacée, arbustive et arborée), à l'exposition des forêts à la mise à feu (interfaces forêt/habitat et forêts/voies de communication), etc. À cet égard, le développement de l'habitat individuel en forêt est générateur de risque pour les personnes, les biens et la forêt elle-même (fig.4). En outre, la déprise rurale a favorisé l'apparition de vastes zones boisées continues où le risque de propagation du feu est considérable.

Les **impacts des feux de forêt** sont variés et, de ce fait, parfois difficiles à traduire en valeur monétaire. En outre, ils peuvent se faire sentir longtemps après l'occurrence du feu. Ils portent sur :

- **l'environnement** : émission de gaz à effet de serre et pollution atmosphérique, altération de la biodiversité et des habitats, dommages aux sols (érosion), aux bassins-versants et aux ressources en eau.
- **la société** : menaces sur les personnes et leurs biens (maisons) et les infrastructures, évacuation des populations, impacts sur la santé humaine, les transports et les activités agricoles, destruction de sites archéologiques, culturels et touristiques.
- **l'économie** : dommages forestiers (produits ligneux et non-ligneux) et pertes futures de production, coûts de la prévention et de la lutte contre les feux (fig. 3), coûts assuranciers, dépenses de réhabilitation des forêts après incendie.

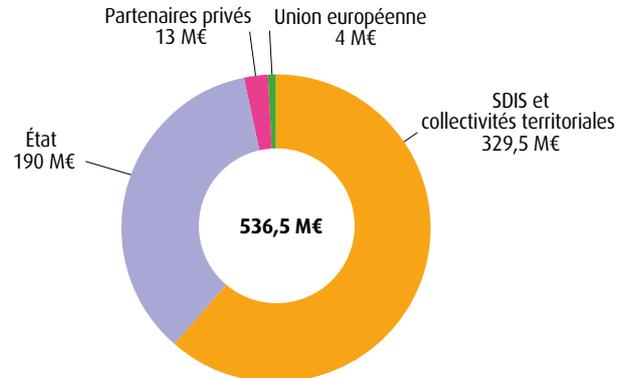


Figure 3. Coût annuel des politiques de prévention et de lutte contre les feux de forêt en France en 2008 - Source : Rapport de la mission interministérielle « Changement climatique et extension des zones sensibles aux feux de forêts » juillet 2010

Les pertes économiques consécutives aux incendies sont souvent sous-évaluées, car seules les pertes des forêts sont prise en compte, et non la valeur des biens et services non-marchands (ex : biodiversité) qu'elles procurent. Le coût de feux catastrophiques peut être très élevé : en Grèce, il a été estimé à 5 milliards d'euros en 2007 (année record pour ce pays).

Le caractère négatif de l'impact du feu sur la végétation méditerranéenne doit être relativisé dans la mesure où celle-ci a co-évolué avec le feu, facteur inhérent à ces écosystèmes. Mais c'est l'intensité des feux et leur répétition qui peuvent enclencher un processus de dégradation difficilement réversible.

## Comment gérer le risque «feux de forêt» ?

Du fait de la prévalence humaine dans les causes des feux de forêt, l'éradication de ce risque est quasiment impossible. **La seule stratégie réaliste est d'accepter de «vivre avec les incendies de forêt» en les maintenant à un niveau acceptable pour la société, l'environnement et l'économie.** Les axes majeurs d'une telle stratégie, qui doit se traduire en termes de politiques, sont les suivants :

**Évaluation des risques.** Il convient en particulier de bien appréhender l'exposition et la vulnérabilité des écosystèmes forestiers et des systèmes adjacents, dans le temps (court et moyen terme) et dans l'espace. Il faut notamment veiller à bien séparer dans cette évaluation ce qui est propre à des objectifs de sécurité civile (protection des personnes et des biens, des infrastructures, etc.) et ce qui est propre aux objectifs forestiers, en évitant la confusion, souvent entretenue, entre ces deux types d'objectifs.

Si les indices de risques de feu à court terme sont aujourd'hui opérationnels (voir ci-après), l'évaluation du risque à moyen terme doit être encore largement améliorée sur l'aléa feu et la vulnérabilité, facteurs tous deux dépendant des activités humaines et de l'occupation des sols. Elle doit prendre en compte : i) la probabilité de mise à feu liée aux installations humaines (interface forêt/habitat, fig.4) et la propagation du feu ; ii) les dommages potentiels liés à l'intensité du feu et à la vulnérabilité et la valeur des éléments affectés par l'incendie. À cet égard, l'évaluation de la vulnérabilité des forêts doit intégrer le fait que les écosystèmes forestiers (en particuliers méditerranéens) ont la capacité de se régénérer après les feux (résilience), pour peu que ceux-ci ne soient pas trop intenses et surtout trop fréquents. Cette évaluation du risque doit servir à réviser certaines politiques ou règlements aux effets négatifs, comme par exemple ceux concernant l'urbanisation (fig. 4).



*Figure 4. Vivre avec la forêt ou en forêt ? Exemple de «mitage» (photo Cemagref)*



*Figure 5. Coupure de combustible arborée dans le massif de l'Estaque (photo C. Birot)*

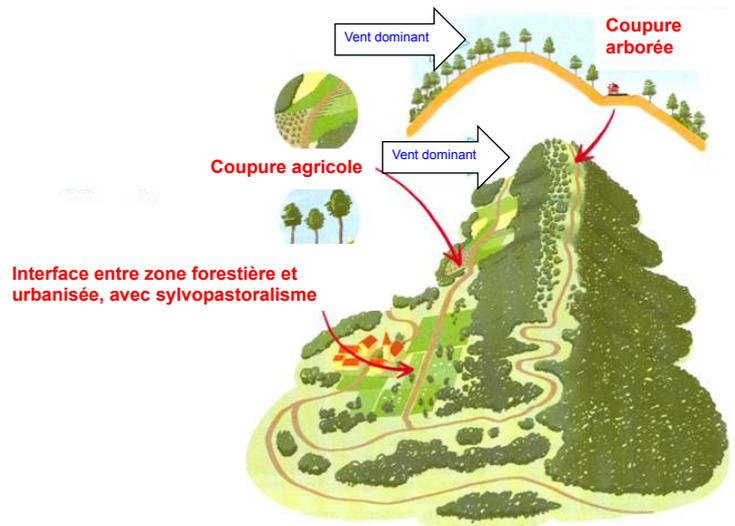
**Prévention et anticipation des risques.** L'occurrence de très grands feux, très destructeurs, est le résultat d'une politique déséquilibrée, généralement efficace dans l'extinction des feux naissants et le contrôle des incendies de taille moyenne, mais sous-dimensionnée en ce qui concerne la gestion de la végétation qui en constitue le combustible potentiel : or, en agissant sur ce combustible, on peut modifier le comportement du feu. Il faut donc

intervenir sur la gestion de la végétation en combinant : i) le compartimentage du combustible (cloisonnement par des coupures de combustible) (fig. 5) ; ii) la conversion du combustible en remplaçant une végétation par une autre (changement d'espèces) ; iii) l'adoption de pratiques permettant de limiter la propagation du feu aux cimes des arbres ; pour ce faire, le combustible peut être traité en combinant plusieurs techniques : le brûlage dirigé (fig.6), efficace et bon marché, le débroussaillage mécanique, le pâturage contrôlé. La disposition spatiale de ces traitements à l'échelle du paysage doit être très soigneusement planifiée (fig. 7). Par ailleurs, les très grands feux parcourent n'importe quel type de végétation, ce qui implique que la gestion du feu doit se situer à l'échelle des territoires, le débroussaillage devant s'appliquer aussi aux zones agricoles (bandes boisées, talus, etc.).

Enfin, la **formation et l'éducation du public** sont un élément clé de la prévention et de l'anticipation du risque feu de forêt.



**Figure 6. Brûlage dirigé dans une pinède**  
(photo P. Fernandez)



**Figure 7. Gestion stratégique du combustible**  
(d'après FAO, 2001)

### Contrôle des incendies de forêt

Les statistiques présentées dans la figure 1, révèlent une **efficacité** certaine des instruments utilisés pour la détection des feux naissants et la lutte, avec des surfaces brûlées en régression. La **détection** est fondée sur des moyens terrestres (tours de guet, patrouilles) et aériens (patrouilles). Des progrès notables ont été enregistrés avec l'**intervention rapide sur feu naissant** au sol (véhicules 4x4 légers avec réservoir d'eau et pompe) ou dans les airs («guet armé» par avions moyens bombardiers d'eau). La mise en alerte des moyens de détection et d'intervention sur les feux a beaucoup progressé grâce aux avancées de la science météorologique, de la connaissance de l'état hydrique de la végétation, de l'évaluation des indices de risque, etc.

Sur la **simulation de la propagation du feu**, la recherche a obtenu de nouveaux résultats qui permettent d'analyser les mécanismes du feu et d'évaluer l'influence des différents facteurs : vent, topographie et végétation. Des modèles de plus en plus précis sont élaborés pour comprendre et prédire le comportement des feux de forêt. Ils permettent notamment d'évaluer l'efficacité d'interventions sur la végétation destinées à réduire le risque d'incendie : débroussaillage, élagage des arbres ou encore éclaircies. Ces connaissances nouvelles peuvent grandement aider à lutter plus efficacement contre les incendies.

### Un sujet de préoccupation pour le futur

Les **projections du climat**, aujourd'hui fondées sur des modèles de plus en plus précis, laissent entrevoir un risque accru des incendies de végétation en France dû à une augmentation des températures et des sécheresses estivales, ainsi qu'à une extension des zones géographiques concernées (voir fiche 6.02). Dans un contexte de moyens financiers publics contraints, cette évolution attendue devrait conduire à réfléchir à une nouvelle politique de prévention et de lutte contre les incendies de forêts.

### Ce qu'il faut retenir

- Les surfaces brûlées régressent mais la question des grands feux reste préoccupante.
- «Vivre avec les feux» en maintenant les risques à des niveaux acceptables est la seule stratégie possible.
- Une évaluation rigoureuse du risque de feu à moyen terme (aléa et vulnérabilité) est nécessaire en particulier à l'interface forêt/urbanisation.
- Mettre l'accent sur la gestion de la végétation, combustible potentiel, doit être une priorité de la prévention, en rééquilibrant les moyens alloués à la lutte contre les feux.
- Le changement climatique va aggraver le risque d'incendie et l'étendre géographiquement ; il faut s'y préparer.

# La santé des forêts est-elle menacée par de nouvelles maladies ?

Les arbres, depuis la nuit des temps, sont exposés à une grande diversité d'agents pathogènes (= organismes à l'origine de maladies). Les forêts d'aujourd'hui sont donc composées de populations d'arbres qui ont survécu à ces maladies, en particulier grâce aux effets de la sélection naturelle. Les derniers siècles, et encore plus les dernières décennies, ont conduit à des changements anthropiques majeurs (transfert et sélection d'espèces ou provenances, pratiques sylvicoles, changement climatique, etc.). Comme pour les populations humaines et animales, ces changements ont conduit à l'émergence de nouvelles maladies dans les populations végétales, en particulier en forêts. Comment expliquer ces émergences ? Que peut-on prédire pour l'avenir ?

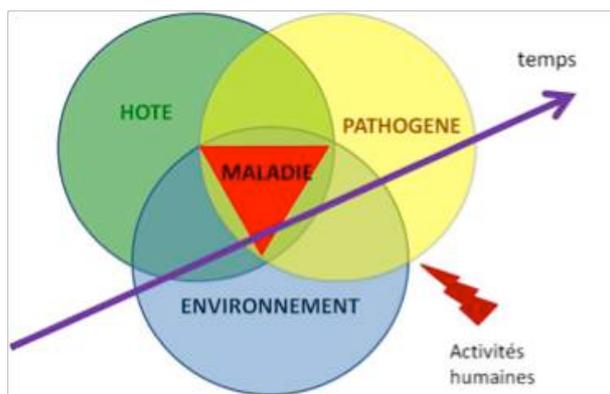
## La résistance aux maladies : des mécanismes qui résultent de l'évolution et qui sont sensibles aux effets de l'environnement

Pour comprendre l'émergence de maladies, il est important de revenir brièvement sur la façon dont les arbres résistent aux maladies. Les plantes en général, y compris les arbres, ne disposent pas comme les mammifères de cellules de défense mobiles et d'un système d'immunité adaptative avec effet mémoire (anticorps). La résistance des plantes repose donc sur la première ligne de défense, également présente chez les animaux, constituée par l'immunité dite innée. Le système immunitaire inné assure la reconnaissance des agents infectieux par des récepteurs situés à l'extérieur et à l'intérieur des cellules. La liaison entre un récepteur de la plante et une molécule produite par le pathogène va entraîner toute une cascade de signaux dans la cellule végétale qui vont aboutir à la synthèse de molécules de défense à effet local ou transportées par la sève. Dans le cas d'une résistance totale, ces molécules vont aboutir à la neutralisation du pathogène. Il existe toutefois une gradation de l'efficacité de la résistance, avec parfois seulement des effets de réduction de l'infection. Un point crucial dans ce système réside dans la reconnaissance entre des molécules de la plante et des molécules du pathogène (effecteurs) comme facteur de déclenchement des réactions de défense. Au cours de l'évolution, les parasites produisant des effecteurs légèrement modifiés qui ne pourront plus s'ajuster aux récepteurs de la plante vont être favorisés puisqu'ils échapperont à la reconnaissance et donc aux réactions de défense. De façon réciproque chez les plantes, des récepteurs modifiés, capables de reconnaître ces nouveaux effecteurs, vont être sélectionnés, et ainsi de suite.... Cette co-évolution va ainsi aboutir à une grande diversité de récepteurs chez les plantes et des effecteurs chez les pathogènes. Cette diversité aboutit à un équilibre dynamique entre populations de plantes (arbres) et de pathogènes, avec des niveaux de maladie variables dans le temps et dans l'espace mais rarement extrêmes. En plus des caractéristiques des populations d'arbres et de pathogènes, l'expression des symptômes va dépendre de facteurs stochastiques (hasard) et environnementaux (densité des arbres, température, etc...), qui vont par exemple influencer sur la dispersion du pathogène, son taux de multiplication, l'efficacité des réactions de défense. On parle souvent du « triangle épidémique » pour illustrer les interactions complexes entre hôtes-pathogènes-environnement dans l'expression d'une maladie (Figure 1).

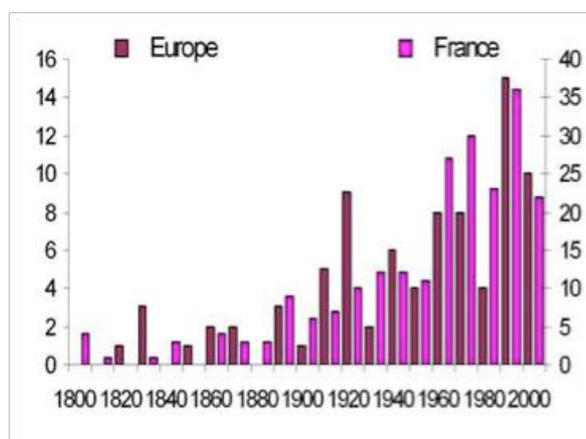
## Quels sont les facteurs d'émergence des maladies ?

L'émergence de maladies (apparition de nouvelles maladies) n'est pas récente mais a connu une accélération dans les dernières décennies, à l'échelle mondiale, aussi bien pour les populations humaines (SIDA, SRAS, grippe H1N1), qu'animales (encéphalopathie spongiforme bovine, grippe aviaire) ou végétales (rouille du soja aux Etats-Unis, flavescence dorée de la vigne en Europe).

Les forêts n'échappent pas à ce phénomène. Une étude rétrospective montre que pour la période 1824-1976, le temps de retour entre deux nouvelles maladies forestières signalées en France était de 10 à 11 ans en moyenne. Le rythme a doublé depuis 1976. Quelles sont les causes de ces émergences et de cette accélération ? En conformité avec le concept du triangle, l'analyse des causes d'émergence de maladies fait apparaître trois grands types de facteurs, liés (1) aux agents pathogènes, (2) aux populations hôtes, (3) à l'environnement, en particulier tel que modifié par les activités humaines. Dans le cas des maladies des arbres par exemple, l'analyse de la littérature et de la base de données du Département Santé des Forêts (cf fiche 2.10) montre que les parasites d'origine exotique (=hors d'Europe) représentent la principale cause de nouvelles maladies. On peut citer de nombreux exemples comme l'oïdium des chênes, apparu en 1907, la maladie du chancre du châtaignier, apparue en 1956, ou plus récemment la chalarose des frênes, causés par des champignons d'origine asiatique (Figure 2) . L'introduction de nouvelles espèces d'arbres ou leur plantation en dehors de leur zone d'origine peut également être à l'origine de nouvelles maladies. Ainsi le chêne rouge américain, *Quercus rubra*, introduit largement en France dans les années 1980 est apparu très sensible à *Phytophthora cinnamomi* à l'origine de la maladie de l'encre (non décrite dans la zone d'origine de *Q. rubra*). Dans tous ces exemples, l'absence de co-évolution entre les espèces d'arbres et les espèces de champignons pathogènes est à souligner et pourrait expliquer la sévérité des maladies, l'avantage dans ces "nouvelles rencontres" étant souvent pour le parasite, qui n'est pas reconnu par le système de défense de l'hôte.



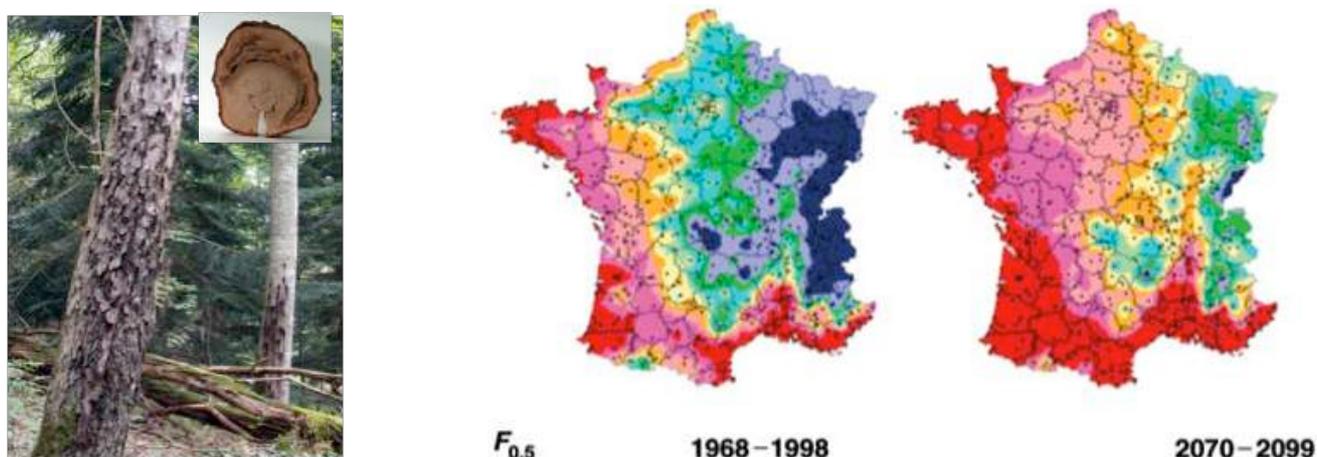
**Figure 1. . Le développement des maladies résulte d'interactions complexes entre les populations hôtes (arbres), les populations parasites (agents pathogènes ou ravageurs) et l'environnement (climat, paysage, etc...), dans un contexte évolutif et sous l'effet des activités humaines. Toute modification de ces facteurs peut ainsi causer l'émergence de nouvelles maladies.**



**Figure 2. Exemples de maladies forestières causées par des organismes exotiques introduits en Europe (à gauche): Oïdium du chêne (début 20ème siècle) - Chalarose du frêne (fin 20ème siècle); A droite : augmentation du nombre d'espèces de champignons exotiques introduits en France et en Europe dans la période récente (dont une grande partie pathogènes).**

Ces nouvelles rencontres entre espèces végétales et pathogènes non co-adaptées sont principalement favorisées par les activités humaines : commerce de marchandises et voyages intercontinentaux favorisant l'introduction involontaire de parasites. L'accélération récente des échanges mondiaux pourrait ainsi expliquer le nombre croissant de maladies émergentes. Les transferts d'espèces liés aux activités humaines conduisent à de nouvelles interactions non seulement entre plantes et pathogènes mais également entre espèces proches de pathogènes qui peuvent ainsi s'hybrider et acquérir une agressivité accrue. Un exemple bien documenté est celui du *Phytophthora* des aulnes, causant des mortalités en ripisylves depuis les années 1990 en Europe. Des études de génétique cytoplasmique et moléculaire ont pu démontrer que l'espèce pathogène est un hybride entre une espèce originaire d'Alaska et une autre d'Europe, chacune des espèces parentes étant peu agressive sur son hôte (espèce d'*Alnus*) d'origine.

Le changement climatique est une autre composante majeure du changement global qui pourrait affecter la santé des forêts, via les parasites et ravageurs. Les champignons et insectes sont des organismes ectothermes (dont la température n'est pas régulée, donc dépendante de la température ambiante) répondant fortement aux variations de température. Pour beaucoup d'entre eux, un réchauffement modéré va permettre une meilleure survie hivernale et une accélération des cycles et donc une augmentation plus rapide des populations pouvant se traduire par un impact accru et/ou un élargissement des zones favorables. Ainsi *P. cinnamomi*, très sensible au gel, a déjà colonisé de nouvelles régions en France au cours des dernières décennies et les modèles de risque prédisent une distribution beaucoup plus large au cours du siècle prochain (Figure 3). L'expansion récente de la chenille processionnaire des pins dans la moitié nord de la France, favorisée par l'augmentation des températures, est un autre exemple.



**Figure 3. Modèle de distribution de la maladie de l'encre des chênes, pour le passé récent et le futur. Les zones rouges représentent une forte probabilité de maladie, liée à la fréquence d'hivers doux favorisant la survie du parasite. La distribution actuelle observée est incluse dans la zone rouge de la carte 1961-1990.**

Les changements climatiques se traduisent aussi par des différences du régime des pluies qui pourraient affecter l'impact des parasites. Ainsi les modèles météorologiques prédisent une fréquence plus grande des périodes de sécheresse qui pourrait favoriser les agents pathogènes opportunistes qui ne se développent que sur des arbres affaiblis par un stress physiologique. *Diplodia sapinea*, champignon à l'origine de mortalités sur pins, en particulier *Pinus laricio*, en est un bon exemple et les dégâts qu'il occasionne ont déjà fortement augmenté au cours des dernières décennies.

Enfin l'évolution des pratiques sylvicoles peut être un facteur d'émergence de maladies en favorisant l'explosion de pathogènes présents auparavant à des niveaux de population non dommageables. L'intensification de la gestion forestière, visant à répondre à une demande croissante de bois, s'est souvent traduite par la constitution de plantations mono-spécifiques, voire monoclonales. Ces peuplements, fournissant localement une grande quantité de ressources homogènes pour des parasites et ravageurs spécialisés, sont un élément favorable au développement des épidémies. Effectivement, l'analyse de données d'observation et d'expérimentation montre que l'impact des pathogènes et ravageurs est souvent plus important dans les peuplements homogènes qu'hétérogènes (pluri-spécifiques ou avec plusieurs variétés). Le fort impact des parasites et ravageurs en agriculture moderne, nécessitant le recours à des applications fréquentes de fongicides et insecticides, le montre bien. La populiculture en est une autre illustration, avec le problème posé par les épidémies de rouille (maladie foliaire causée par *Melampsora larici-populina*) alors que le même pathogène pose peu de problème sur les peupliers sauvages disséminés le long des rivières. Le phénomène épidémique s'est révélé particulièrement critique lorsque quelques clones de Peuplier sélectionnés par l'homme pour leur résistance (totale) à la rouille ont été multipliés et utilisés sur l'ensemble du territoire. La pression de la sélection naturelle a été telle sur les populations de rouille que des variants plus virulents ont fini par envahir toutes les parcelles plantées avec les nouveaux clones de Peuplier, qui ont alors été très fortement impactés. L'augmentation des dégâts d'*Heterobasidion*, agent de pourridié, dans les plantations de résineux en Europe, est un autre exemple des effets liés aux plantations homogènes

### Quelles nouvelles menaces pour le futur ?

L'analyse des émergences passées ou en cours pointe vers les principaux facteurs de risque d'émergence : introductions involontaires d'espèces de champignons pathogènes ou insectes ravageurs exotiques, effets du changement climatique, homogénéisation des peuplements. Si les tendances actuelles à l'augmentation des échanges, au réchauffement et à l'intensification de la gestion forestière se poursuivent, il est donc fort probable que le rythme des émergences de maladie va se maintenir voire augmenter. Les prédictions plus précises sur la nature de ces nouveaux risques sont plus aléatoires: si l'on peut supposer que les parasites et ravageurs thermophiles vont être avantagés, de même que les parasites de stress, une grande incertitude est liée à l'introduction de parasites exotiques (non autochtones). De nombreux exemples dans le passé récent, comme la chalarose des frênes ou le Phytophthora de l'aulne, montrent que les espèces n'étaient même pas décrites avant l'apparition des dégâts. Nous nous trouvons donc face à des risques très vraisemblablement accrus mais également incertains. Limiter ces risques dans la mesure du possible et les gérer nécessite d'anticiper et de pouvoir s'adapter, en combinant différentes méthodes et stratégies (cf fiche 5.06).

**Recommandation** : la lecture de cette fiche peut être utilement complétée par celle des fiches : 2.10 et 5.06

### Ce qu'il faut retenir

- L'émergence de nouvelles maladies ou pullulations d'insectes menaçant la santé des forêts s'est accélérée partout dans le monde au cours des dernières décennies
- Une cause majeure d'émergence de maladies est l'introduction involontaire (via le commerce et les échanges à l'échelle mondiale) de parasites non autochtones qui "court-circuitent" les processus naturels de co-évolution
- Les changements climatiques, en particulier réchauffement et sécheresses accrues, et l'homogénéisation des peuplements en sylviculture intensive, sont également des facteurs importants d'émergence de maladies
- Les projections les plus probables à court/moyen terme sont une augmentation des risques pour la santé des forêts, en particulier à cause de nouvelles maladies, mais avec de fortes incertitudes sur la nature et l'origine de ces risques quand il s'agit d'espèces parasites non autochtones.

# Peut-on et comment contrôler les bioagresseurs forestiers ?

Les forêts ont de tous temps été exposées à une grande diversité de "bioagresseurs" (principalement champignons pathogènes et insectes ravageurs), agents de maladies, dépérissements, mortalités, auxquels elles se sont plus ou moins bien adaptées. Toutefois, les menaces liées à ces agents de dommages constituent un risque croissant avec les changements environnementaux en cours associant changement climatique, introductions involontaires de parasites exotiques et homogénéisation des peuplements (voir fiche 5.05). De plus, la demande croissante en bois s'accompagne d'une moindre acceptabilité (tolérance) des dommages. Dans ce contexte, que peut-on faire pour limiter les dommages causés par les bioagresseurs forestiers?

## Une approche principalement préventive

Contrairement à l'usage généralisé de médicaments en santé humaine et de produits phytosanitaires en agriculture, le recours à la lutte chimique contre les parasites et insectes est très limité en forêt. Aucun fongicide et seulement quelques insecticides de synthèse sont homologués pour un usage forestier (voir <https://ephy.anses.fr/>). Ceci s'explique principalement par des raisons techniques (difficultés d'application) et économiques (coût des traitements par rapport au bénéfice attendu). De plus, à l'heure où la réduction de l'utilisation des pesticides de synthèse est un objectif en agriculture pour des raisons environnementales et de santé humaine, il paraîtrait peu opportun de chercher à les développer en forêt. Sans le recours à des méthodes de lutte chimique, la forêt française aujourd'hui se porte plutôt bien, sauf épidémies locales, et fournit de nombreux services écosystémiques (dont la production de bois) (voir

fiche 2.10). Ainsi, dans le cadre d'une gestion durable, l'enjeu est de maintenir les forêts en bonne santé, par une gestion principalement préventive des risques de dommages, développée à plusieurs niveaux.

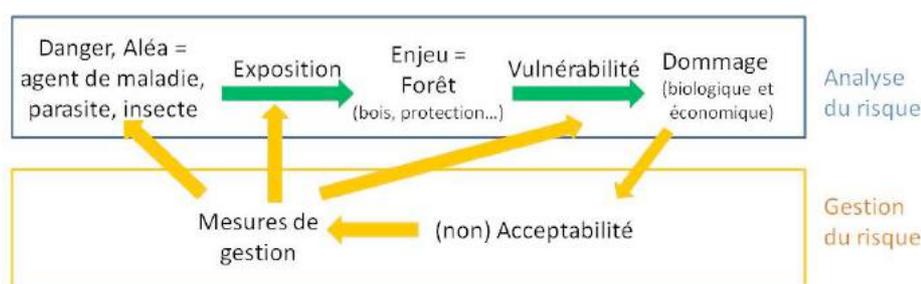


Figure 1. Schéma général et terminologie de l'analyse de risque sanitaire en forêt

Le risque peut être considéré comme la combinaison de 4 facteurs: l'existence d'un danger ou aléa (= facteur de dommage potentiel), sa probabilité d'occurrence (ou d'exposition si on considère l'élément vulnérable="enjeu"), sa gravité (= son impact sur l'élément vulnérable ou dommage), son acceptabilité (Figure 1). Ainsi, les épidémies ne doivent pas être considérées comme des catastrophes imprévisibles et incontrôlables mais comme des événements présentant une certaine probabilité, auxquels une forêt donnée présente une vulnérabilité plus ou moins forte (qui dépend en partie de son mode de gestion), ce qui va entraîner des dommages considérés comme plus ou moins graves au vu des objectifs assignés à cette forêt (voir Figure 2). La gestion du risque est elle-même dépendante des objectifs. Il est important de souligner que les mesures de gestion mobilisent différents types d'acteurs à différents niveaux, et pas simplement le sylviculteur ou gestionnaire forestier. Nous donnons ci-après quelques exemples pour illustrer ces notions.



infection sur jeune pousse en croissance    déformation définitive sur tronc

**Figure 2.** La rouille courbeuse, causée par le champignon *Melampsora pinitorqua*, infecte les jeunes pins et cause des déformations de pousses. Une méthode de « lutte » consiste à éliminer les pins défectueux lors des premières éclaircies, quand ils ont encore peu de valeur. La rouille est peu problématique en régénérations naturelles où les densités initiales sont très fortes, laissant beaucoup de choix lors des éclaircies. Par contre elle peut être dommageable en plantations peu denses et vigoureuses, avec un objectif de bois d'oeuvre (sans défaut). Ainsi, avec une même probabilité de l'aléa (maladie) le niveau de risque et son acceptabilité peuvent être très différents selon le contexte sylvicole (Crédit INRA Bordeaux).

### Réduire les aléas

Selon le schéma d'analyse de risque, la première mesure permettant de réduire le risque est de réduire la présence de l'aléa. Les parasites d'origine exotique sont parmi les causes les plus importantes d'émergence de nouvelles maladies (fiche 5.05). Ainsi, prévenir l'entrée de ces parasites est une mesure qui s'impose. La Convention Internationale sur la Protection des Plantes (ICPP) de 1952, reconnue par l'Organisation Mondiale du Commerce (OMC) permet à chaque pays ou groupe de pays (Union Européenne) de réglementer ses importations afin de limiter l'introduction de marchandises contaminées par des organismes non présents sur son territoire et considérés comme menaçants pour l'agriculture, la forêt ou l'environnement. La liste des organismes "nuisibles" ainsi réglementés faite suite à des "analyses de risque phytosanitaire" (ARP) réalisées par exemple par l'EFSA au niveau européen ou l'ANSES au niveau français. En France, les risques sont catégorisés en trois classes selon leur gravité et la plus ou moins grande nécessité, de ce fait, d'une intervention de l'Etat. Un danger de première catégorie comme le nématode du Pin, originaire d'Amérique du Nord et actuellement absent d'Europe sauf au Portugal, mobilise ainsi des moyens importants de l'Etat pour inspecter les marchandises importées et surveiller son introduction potentielle en réalisant de nombreux prélèvements pour la détection sur tout le territoire. Malheureusement, les moyens alloués à la prévention de l'introduction des parasites exotiques n'a pas progressé au même rythme que celui des importations. Quelques crises sanitaires majeures font évoluer la perception et la prise de conscience de ce risque, comme cela a été le cas pour la chalarose des frênes au Royaume Uni (voir [https://en.wikipedia.org/wiki/Hymenoscyphus\\_fraxineus](https://en.wikipedia.org/wiki/Hymenoscyphus_fraxineus)). Les contrôles officiels en pépinières sont un autre moyen de limiter la diffusion des pathogènes.

La réduction de l'aléa peut aussi avoir lieu dans les peuplements. Des lâchers d'un prédateur spécifique du dendroctone de l'Épicéa (Figure 3) ont ainsi permis d'endiguer les pullulations de cet insecte ravageur au fur et à mesure de sa colonisation en Europe de l'Ouest, en particulier en France. Une autre méthode consiste à détruire les réservoirs d'inoculum. Des essais sont en cours dans les Landes pour tester l'efficacité d'une extraction des souches pour réduire le risque lié à certaines maladies à l'origine de mortalités des pins dont les agents causaux (champignons lignivores, Armillaire et Fomes) peuvent se maintenir dans les systèmes racinaires après la coupe.



**Figure 3.** *Rhizophagus (scolyte) adulte* mangeant des larves de *Dendroctone* (Crédit J Regad, DSF)



La diminution des agents de dommages peut être également obtenue de façon indirecte. Certains champignons parasites foliaires comme les agents de la maladie des bandes rouges des pins sont favorisés par un microclimat humide qui permet la multiplication du parasite. Des éclaircies plus vigoureuses pour ventiler le peuplement sont préconisées pour éviter ce problème (Figure 4).

**Figure 4. Maladie des bandes rouges sur pins noirs causée par *Dothistroma spp*** (Crédit DSF Nord-Ouest)

### Réduire l'exposition aux dangers

Certains parasites ont une distribution géographique limitée dans l'espace, par exemple du fait de contraintes climatiques. Un zonage de l'aléa permet de visualiser les zones où le risque est plus ou moins important pour les arbres sensibles, ce qui permettra de raisonner leur utilisation. Un tel exemple est fourni pour la maladie de l'encre des chênes (voir fiche 5.05). Éviter temporellement l'aléa est une autre stratégie: par exemple, il est conseillé d'attendre 2-3 ans après une coupe rase de pins pour limiter l'impact des hylobes (charançons). Un autre exemple de mesure efficace de prévention de l'infection concerne le Fomes des pins. Le champignon pénètre dans les arbres vivants à partir d'infections racinaires initiées par contact avec des souches infectées. Ces souches sont elles-mêmes contaminées via les spores du champignon qui germent à leur surface et développent ensuite le mycélium. Le traitement des souches par une préparation biologique (champignon antagoniste du Fomes) lors des éclaircies et abattages fournit une solution efficace à ce problème.

### Réduire la vulnérabilité

La règle de base pour le forestier est de choisir une essence "bien adaptée" aux conditions locales. Les législations européennes et françaises encadrent l'inscription au catalogue et la commercialisation des Matériels Forestiers de Reproduction (MFR), c'est-à-dire graines et plants. Les conseils d'utilisation des MFR (<http://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers-conseils-dutilisation-des-provenances-et-varietes-forestieres>) rédigés sous la direction de l'IRSTEA fournissent notamment des éléments sur la vulnérabilité des essences aux parasites et ravageurs qui peuvent guider le sylviculteur dans son choix. Ainsi, certaines provenances de Mélèze européen sont beaucoup plus résistantes que d'autres au chancre et sont utilisées de façon préférentielle pour les reboisements. Le choix d'espèces d'arbres exotiques peut au départ permettre de s'affranchir de certains risques sanitaires, du fait que ces espèces ne sont pas ou peu sensibles aux parasites de l'aire où elles sont introduites. Le Douglas est un bon exemple. Toutefois, ce bénéfice peut être fugace, du fait que les parasites et ravageurs de l'aire d'introduction s'adaptent progressivement à ces nouvelles essences, en général d'autant plus rapidement qu'elles appartiennent à des espèces proches d'espèces locales (par exemple le chêne rouge d'Amérique, ayant acquis la plupart des parasites et insectes affectant les chênes indigènes) et que des parasites de l'aire naturelle des nouvelles espèces sont souvent introduits en même temps et augmentent progressivement leurs populations avec l'étendue des plantations (comme cela est actuellement observé pour l'Eucalyptus au Portugal).

La création de variétés résistantes, qui a montré de bons succès en agriculture, se heurte à des difficultés spécifiques dans le domaine forestier, notamment en raison des durées de génération des arbres. Les principaux exemples concernent des espèces à multiplication végétative utilisées en plantations clonales, comme le Peuplier.

Toutefois, la durabilité des résistances sélectionnées constitue un enjeu majeur, encore plus qu'en agriculture, compte tenu de la difficulté à créer de nouvelles variétés. Ainsi les cultivars de Peuplier largement utilisés pour leur résistance totale à la rouille (obtenue par croisement avec des espèces de Peuplier américaines) ont été ravagés à la fin des années 1990 par une nouvelle race de rouille plus virulente, qui avait "contourné" la résistance (voir fiche 5.05). Les programmes de création variétale menés par le GIS Peuplier (<http://www.peupliersdefrance.org/gis-peuplier-247213.html>) s'attachent maintenant à sélectionner des résistances polygéniques a priori plus durables et à diversifier l'offre de cultivars pour baisser les pressions de sélection sur les parasites.

### Limiter le dommage

Les éclaircies sanitaires, qui permettent l'élimination des arbres défectueux au cours de la vie du peuplement, sont particulièrement efficaces pour limiter l'impact des maladies affectant les arbres jeunes. C'est par exemple le cas de la rouille courbeuse des pins (Figure 2). De façon générale, une idée assez intuitive quand on parle de risques est de les répartir en appliquant la notion de "porte-feuille", ce qui dans le cas des forêts suggère d'utiliser des mélanges d'espèces. L'argument est que pour un risque donné, chaque espèce n'aura pas la même vulnérabilité, donc un mélange assurera qu'au moins certaines espèces seront résistantes ("théorie de l'assurance"). Des modèles théoriques et un nombre croissant d'observations en conditions naturelles et expérimentales montrent effectivement une plus grande résistance des forêts mélangées aux agents pathogènes et insectes ravageurs. Ainsi il a été montré que l'impact du cynips du châtaignier, récemment introduit en Europe, est plus faible quand le châtaignier se trouve en mélange avec d'autres espèces feuillues. Bien au-delà d'un simple effet de répartition des risques, plusieurs mécanismes de "résistance par association" ont été mis en évidence pour expliquer la plus grande résistance des peuplements mélangés aux agents biotiques de dommages : limitation de la dispersion des pathogènes et insectes (barrières physiques et chimiques), réservoirs d'ennemis naturels, pression de sélection diffuse, etc.). (voir Jactel : <http://www.academie-agriculture.fr/seances/la-sante-des-forets-nouveaux-risques-biotiques-induits-par-les-changements-globaux-et>).

### Vers une modélisation bio-économique des risques et le développement d'outils d'aide à la décision

La plupart des méthodes de gestion des risques, comme le dessouchage, l'application d'un traitement des souches, l'augmentation de la densité de plantation, ont un coût ou imposent des contraintes, comme la gestion de peuplements mélangés. Ainsi, le raisonnement du sylviculteur est de trouver le meilleur compromis possible en fonction des risques, de ses objectifs et de ses moyens. L'analyse économique des risques biotiques est encore peu développée mais fait l'objet d'un intérêt croissant (voir Brunette et Cauria : <http://www.academie-agriculture.fr/seances/la-sante-des-forets-nouveaux-risques-biotiques-induits-par-les-changements-globaux-et>). Les recherches actuelles visent à combiner modèles épidémiologiques et économiques afin de pouvoir simuler les dommages sous différents scénarios de gestion sylvicole et ainsi fournir des outils d'aide à la décision.

**Recommandation** : la lecture de cette fiche peut être utilement complétée par celle des fiches : 2.10 et 5.05

### Ce qu'il faut retenir

- La lutte chimique directe contre les parasites et insectes est quasiment inexistante en forêt. La gestion sanitaire est donc essentiellement préventive, en vue de limiter les risques .
- Différentes méthodes visant à limiter l'exposition et la vulnérabilité des peuplements aux aléas ainsi que l'ampleur des dommages peuvent être combinées.
- Ces méthodes mobilisent différents acteurs, depuis des réglementations au niveau européen jusqu'au sylviculteur.
- La conduite de forêts mélangées (au niveau génétique et spécifique), est une des recommandations majeures pour réduire le risque sanitaire, en combinant assurance et résistance par association.
- Les recherches en cours visent à proposer des outils d'aide à la décision, intégrant connaissances biologiques et critères économiques pour la gestion des risques sanitaires.

# La pression des grands mammifères ongulés sur la forêt est-elle excessive?

Les grands ongulés -cerfs, chevreuils, sangliers- vivent pour une large part en forêt, où ils trouvent nourriture, couvert et tranquillité pour leur cycle biologique et leur reproduction. Depuis une trentaine d'années, l'extension et la prolifération des populations sont spectaculaires. Comment les expliquer ? Quels effets ont-elles sur les peuplements forestiers ? Quelles mesures doivent être mises en œuvre pour restaurer l'équilibre forêt-gibier ?

## Pourquoi les populations de grands ongulés ont-elles augmenté ?

En quarante ans, les populations de cerfs, de sangliers et de chevreuils ont été multipliées par quatre, six, voire huit selon les départements. Le cerf, autrefois cantonné dans les grands massifs forestiers, est présent dans presque tous les départements. Les populations peuvent être estimées à 150 000 individus; 50 000 animaux par an sont prélevés par la chasse, pour 10 000 il y a 20 ans. Le chevreuil, absent de nombreux départements dans les années soixante, occupe dorénavant tous les types de milieux. Ses effectifs dépassent probablement 1 500 000 individus ; 500 000 sont prélevés, pour 50 000 il y a 40 ans. Le sanglier, autrefois erratique et migrateur, est présent et sédentaire dans tous les départements. Les effectifs de population fluctuent selon les conditions climatiques et les possibilités de nourriture en forêt. Les prélèvements atteignent 500 000 individus par an, pour des populations comprises entre 1.5 et 2 millions d'individus.

**L'augmentation spectaculaire des populations de grands animaux s'explique par les évolutions des milieux :** i) l'extension des surfaces forestières (plus de 3.8 millions d'hectares en 60 ans) et la fermeture des grands massifs à la circulation automobile ont permis l'augmentation des zones de tranquillité et de nourriture pour les cervidés ; ii) le renouvellement plus rapide des vieux peuplements forestiers, a offert davantage de recrues pour les ongulés ; le développement de la culture du maïs et des cultures spécialisées a largement profité au développement du sanglier.

**Mais ce sont les mesures de gestion mises en œuvre par les chasseurs qui ont aussi beaucoup contribué à ces augmentations:** la mise en place du plan de chasse pour le cerf en 1963, étendu au chevreuil, a conduit à limiter les prélèvements, à sauvegarder les classes d'âge d'animaux participant au succès reproducteur; l'obligation du tir à balles, au détriment de la chevrotine, s'est traduite par une moindre efficacité du tir et la diminution des animaux blessés ; l'agrainage en forêt est devenu systématique : toute l'année dans certaines forêts, générant des concentrations d'animaux et un succès reproducteur meilleur ; des lâchers d'animaux sauvages capturés dans des réserves nationales entre 1955 et 1985 (4 800 cerfs et biches, 6 200 chevreuils, 2 600 sangliers) ; l'extension des réserves de chasse qui atteignent 2 500 000 ha et constituent des zones de refuge pour la grande faune.

## Quels sont les effets de la prolifération des grands animaux sur les peuplements forestiers?

Les cerfs, essentiellement herbivores, ont cependant une appétence particulière pour les bourgeons et les pousses terminales des semis et des plants à leur portée et peuvent s'en nourrir lorsque les recrues herbacées et ligneux font défaut. Ils concourent ainsi au port buissonnant des jeunes sujets, incapables de développer une tige maîtresse. Mais ce sont les écorçages sur les gaulis et perchis (par frottement des ramures des bois de cerfs, avant leur chute et leur refait), qui sont les plus redoutés par les forestiers, car ils constituent des blessures qui peuvent aller jusqu'à la mort des arbres.

Les **chevreuils** se nourrissent principalement de recrues ligneux et donc de semis et de plants qu'ils peuvent abrutir de manière spectaculaire ou écorcer, occasionnant des dégâts irrémédiables (fig.1). Les dégâts des cerfs et des chevreuils sur les régénérations naturelles à forte densité de semis sont souvent moins importants que sur des plantations à faible densité, qui peuvent être anéanties pour les espèces les plus appétentes (douglas, merisier), en l'absence de protection. Les **sangliers**, à la recherche de vers, de larves d'insectes, voire de petits rongeurs fouissent le sol avec leur hure et retournent semis et plantations, voire chemins et accotements de routes et peuvent consommer de grandes quantités de graines, contrariant les régénérations. Par ailleurs pour se débarrasser de leurs parasites ils se frottent sur la partie basse des jeunes arbres et peuvent les écorcer ce qui constitue des blessures graves. Même dans le contexte d'une sylviculture «proche de la nature» fondée sur des peuplements irréguliers et mélangés, les impacts sont importants.



*Figure 1. Plant de pin sylvestre écorcé (en haut) et Houx à port en boule par abrutissement (en bas) (Ph. : G. Tendron)*

Ces différents types de dégâts sont supportables par le forestier s'ils restent modérés en surface ou en importance. **Ils deviennent inacceptables lorsqu'ils remettent en cause la viabilité d'une régénération ou d'une plantation**, altèrent durablement la croissance des sujets ou leur qualité, ou condamnent la **rentabilité financière de la gestion forestière** lorsque des protections très coûteuses (clôtures, manchons individuels) sont indispensables pour assurer le succès des régénérations et des plantations.

#### **Surdensité des grands ongulés : des effets collatéraux importants**

Des densités trop élevées incitent les animaux à quitter la forêt pour trouver dans les cultures agricoles une nourriture abondante et particulièrement appréciée, notamment dans les céréales en période d'épiaison et dans le maïs en grain. Le sanglier est à l'origine de 80 % des dégâts aux cultures agricoles (dont l'indemnisation par les chasseurs est de l'ordre de 40 à 50 millions d'euros par an), le chevreuil de près de 15 % des dégâts. Par ailleurs, ils sont à l'origine de collisions avec les automobiles, de l'ordre de 100 000 par an, dont le coût peut-être estimé à 40 millions d'euros par an. Autour de l'année 2010, les collisions avec le gibier ont provoqué annuellement 170 blessés corporels, dont 12 morts et 115 hospitalisations. Ces grands ongulés peuvent être porteurs de maladies transmissibles à l'homme, et notamment la maladie de Lyme (voir la fiche 4.09) qui pose de sérieux problème de santé publique, et à la faune domestique (tuberculose, brucellose). Enfin, une densité trop élevée peut conduire à un appauvrissement de diversité floristique par des prélèvements privilégiés de certaines espèces, susceptibles de se raréfier.

Tout ceci justifie de réduire les populations de grands ongulés dans certains massifs forestiers afin que leurs effectifs garantissent un équilibre avec la forêt.

#### **Quelles mesures mettre en œuvre pour rétablir l'équilibre forêt-gibier?**

**L'équilibre vise à faire coexister une faune abondante (car la chasse constitue de l'ordre du tiers des recettes annuelles des forêts giboyeuses), variée et en bonne santé et des peuplements forestiers (et des cultures riveraines) dont l'avenir et la pérennité ne soient pas compromis.** Son maintien ou son rétablissement passe par des mesures de gestion qui concernent, les forestiers et les chasseurs et dans une certaine mesure les agriculteurs.

**La régulation des populations par la chasse demeure l'outil le plus directement efficace.** Pour ce qui est des cerfs et des chevreuils, le plan de chasse, arrêté annuellement par le préfet, fixe les prélèvements à réaliser. Conçu initialement pour les limiter, à une époque où les populations étaient faibles, il continue bien souvent à être considéré comme un maximum et sa réalisation est rarement effective, alors même que bien souvent les effectifs de population sont sous-estimés, en l'absence de méthodes simples et sûres d'évaluation.

**Il apparaît dès lors indispensable de fixer des minima de prélèvement à réaliser et de sanctionner la non réalisation,** ce que la réglementation permet. Par ailleurs, la gestion qualitative des populations, visant à laisser vieillir les populations de cervidés afin de prélever de beaux trophées, a conduit à tirer de préférence des jeunes et à préserver les classes d'âge élevées, souvent plus prolifiques, et a abouti à des déséquilibres de sex-ratio avec un excédent de femelles, participant activement à la reproduction. **Des prélèvements mieux répartis entre toutes les classes d'âge sont dès lors préférables.**

Pour ce qui est du sanglier, l'éthique de la chasse a conduit à s'interdire de tirer les laies meneuses et les laies suitées. Mais cette pratique a souvent été étendue à la préservation des laies de plus de 50 kg, les plus prolifiques, ayant des portées de 6 à 10 marcassins chaque année. L'explosion des populations en est résulté dans bien des cas. Le niveau insoutenable des dégâts pour les agriculteurs comme pour les chasseurs, obligés de les indemniser, et l'augmentation considérable des accidents par collision avec les automobiles, a conduit le gouvernement à mettre en place **un plan national de maîtrise des sangliers** décliné au niveau local, massif par massif, sous l'autorité des préfets.

#### **Quel rôle pour les grands prédateurs dans la régulation des populations d'ongulés ?**

Le retour des grands prédateurs, naturel pour le loup, assisté pour le lynx et l'ours, permettait d'espérer une régulation des populations des ongulés sauvages, grâce à leurs prélèvements. Il semble cependant que ceux-ci se portent préférentiellement sur la faune domestique (moutons particulièrement), vulnérable en raison de sa concentration et du manque d'instinct de fuite face aux prédateurs, parade habituelle de la faune sauvage. La régulation par les grands prédateurs ne serait efficace que si leurs effectifs s'accroissaient très sensiblement.



*Figures 2. et 3. Compagnie de sangliers et harde de biches et jeunes (Ph. : M. Hodeau)*

**L'équilibre entre la faune sauvage et la forêt passe aussi par des mesures d'amélioration des habitats, à mettre en œuvre par les forestiers.**

Concernant les cervidés, **il faut adapter les pratiques sylvicoles afin d'augmenter la capacité alimentaire et la valeur refuge des peuplements forestiers** : conserver des boisements de structure, de composition et d'âges divers ; disposer à l'échelle du massif de surfaces suffisantes de peuplements ouverts (coupes en régénération et en éclaircie) favorisant l'apparition d'herbacées et de recrues ligneux appréciés par les cervidés ; privilégier la régénération naturelle moins sensible à la dent des cervidés que

les semis ou plantations ; limiter les clôtures de protection à une courte période (7 à 8 ans) allant de semis aux fourrés suffisamment hauts pour que les pousses terminales ne soient plus accessibles aux cervidés; respecter les rejets ligneux appréciés des cervidés en pratiquant des dépressages, en maintenant en l'état les vides de régénération inférieurs à 1 hectare, en pratiquant des éclaircies régulières, en recépant des taillis; entretenir régulièrement les structures linéaires : accotements de routes, sommières, lignes électriques; préserver la tranquillité des animaux en limitant strictement les zones ouvertes à la circulation et en évitant l'accueil du public au cœur des massifs.



*Figure 4. Régénération naturelle de chêne et végétation d'accompagnement*  
(Ph. : G. Tendron)

**Concernant le sanglier, les mesures de gestion reposent sur des cultures de dissuasion et des apports de nourriture**, bien répartis à l'intérieur du massif forestier ( maïs, colza). L'agrainage doit être limité aux périodes de vulnérabilité des cultures agricoles. Par ailleurs, les réserves de chasse, **zones refuges** non chassées, donc de grande quiétude, sont facilement trouvées et adoptées par le sanglier et notamment les femelles reproductrices et constituent des réservoirs de population: **des battues de décantonnement des populations qui s'y réfugient, sont dès lors indispensables.**



*Figure 5. Cellule familiale de chevreuils*  
(Ph. : M. Hodeau)

### Ce qu'il faut retenir

- L'évolution favorable des milieux forestiers et des mesures de gestion adoptées pour augmenter les populations des grands ongulés à l'époque où elles étaient très faibles, ont conduit à une augmentation spectaculaire de leurs effectifs et à une extension des populations dans la plupart des départements.
- Les dégâts occasionnés aux régénérations naturelles, mais surtout aux plantations, par des densités excessives d'animaux remettent en cause la pérennité des jeunes peuplements et la viabilité financière de la gestion forestière.
- Des prélèvements adaptés par la chasse, des mesures d'amélioration de la capacité nourricière des territoires et des mesures de gestion sylvo-cynégétique peuvent permettre de conserver ou de rétablir un équilibre entre les populations de grands ongulés et la forêt.

# À quels risques la biodiversité forestière est-elle exposée ? Comment les limiter ?

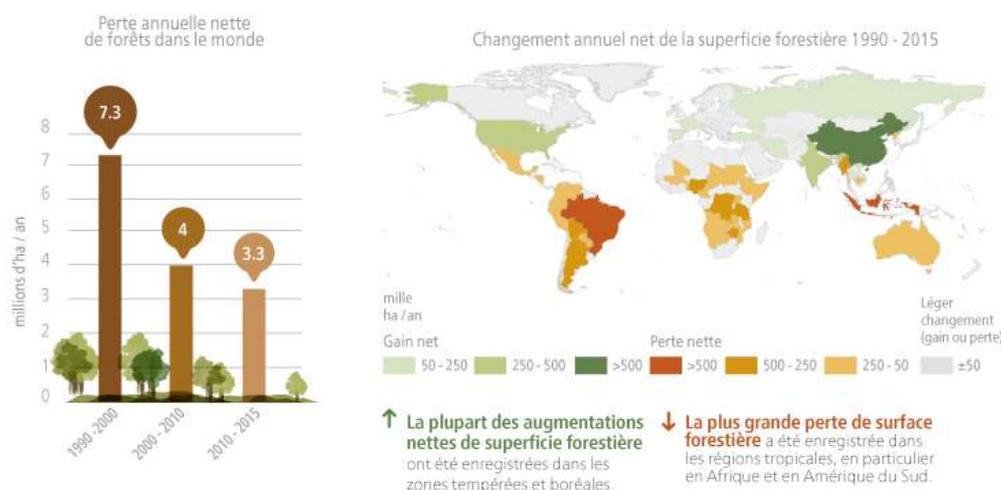
Les forêts représentent le principal réservoir de la biodiversité végétale et animale à l'échelle de la planète, les forêts tropicales humides renfermant, à elles seules, environ 50% des espèces vivantes. S'interroger sur les risques encourus par la biodiversité forestière consiste généralement à évaluer l'impact des évolutions de la couverture forestière liées à son altération, par destruction, fragmentation ou dégradation, ou encore liées au type de gestion pratiqué, et à identifier les mécanismes sous-jacents de tels changements. De cette analyse découlent les options permettant de limiter les risques, en termes de conservation, *in situ* et *ex situ*, et de pratiques de gestion forestière. Cette fiche se place à l'échelle de la planète, tout en présentant des données relatives au continent européen et à la France.

## Quelles sont les évolutions constatées du couvert forestier et quelles en sont les causes ?

Au cours des 8 000 dernières années, environ 45% de la couverture forestière originale de la Terre a disparu, principalement au siècle passé. Dans

son *Évaluation des ressources forestières mondiales 2015*, l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture des Nations Unies (FAO) observe que les forêts continuent à diminuer en surface à l'échelle planétaire, du fait de la conversion des terres forestières à l'agriculture et à d'autres usages, évolutions en lien avec

le fort accroissement démographique en cours. Alors qu'en 1990, les forêts couvraient environ 4 128 Mha, elles ne couvrent plus en 2015 que 3 999 M ha, soit 30,6 % des terres (fig.1). Ainsi, depuis 1990, ce sont 129 M d'ha de forêts, soit presque la superficie de l'Afrique du Sud, qui ont disparu, pour l'essentiel dans les régions tropicales. Entre-temps, le taux annuel net de pertes de forêts s'est toutefois ralenti, passant de 0,18 % dans les années 1990 à 0,08 % au cours de la période 2010-2015. La FAO observe aussi en 2015 que la gestion des forêts s'est considérablement améliorée au cours des 25 dernières années en termes de planification (aménagement), de partage des connaissances, de législations et de politiques, autant de mesures importantes que les pays ont mises ou mettent en œuvre. En outre, depuis 1990, la désignation de surfaces forestières additionnelles pour la conservation a augmenté de quelques 150 Mha et les forêts bénéficiant de statut de protection ont augmenté de plus de 200 Mha.



**Figure 1. Évolutions des surfaces forestières mondiales entre 1990 et 2015 -**  
Source : FAO 2015

Les principales causes de la destruction, de la fragmentation ou de la dégradation des forêts sont multiples et peuvent être directes ou indirectes, les plus importantes étant d'origine humaine. La conversion des forêts en terres agricoles, le surpâturage, l'agriculture itinérante abusive, la sur-exploitation des forêts, l'introduction d'espèces végétales et animales envahissantes, le développement d'infrastructures (voirie, ouvrages hydro-électriques, étalement urbain), l'extraction minière, l'exploitation pétrolière, les incendies de forêts d'origine anthropique, la pollution et les changements climatiques ont tous des impacts négatifs sur la biodiversité forestière et diminuent la résilience des écosystèmes forestiers, ce qui rend d'autant plus difficile leur évolution dans des conditions environnementales changeantes, comme les changements climatiques (voir chapitre 6).

### Encadré 1. Sortir et agir hors du mode de pensée traditionnel

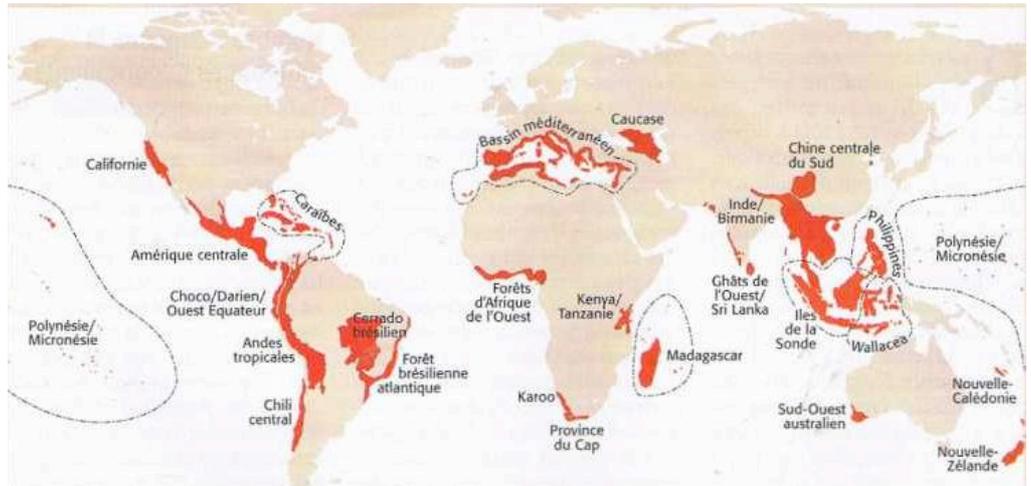
L'incapacité de bien des décideurs à considérer que les forêts remplissent des fonctions multiples freine les efforts à entreprendre pour contrecarrer les pertes de la biodiversité forestière. Si les scientifiques et nombre de gestionnaires en ont depuis longtemps pris conscience, de nombreux acteurs dans certaines régions du monde ne continuent à voir dans les forêts à peine plus qu'une source de bois ou qu'une opportunité en matière de changement d'affectation des terres. Ainsi, les déforestations massives observées en Indonésie et en Amazonie brésilienne illustrent que la vente de bois précieux peut précéder la conversion des forêts en pâturages ou en monocultures plantées (soja, palmier à huile, eucalyptus, acacia, etc.).

## Comment limiter les risques pesant sur la biodiversité forestière ?

### 1. Les zones prioritaires d'action : les « hotspots »

Pour des raisons de faisabilité, ne serait-ce qu'économique, il est hors de question de vouloir agir sur tous les habitats et espèces en danger de la planète. La question majeure est en effet : comment pouvons-nous agir là où c'est le

plus urgent et au moindre coût ? Ainsi, au plan mondial, les « points chauds de la biodiversité » ou « hotspots » ont été identifiées dès lors que des concentrations exceptionnelles d'espèces endémiques étaient menacées par la perte de leur habitat. Le concept des « hotspots » de biodiversité a été développé depuis 1988 à Oxford par l'équipe de Norman Myers.



**Figure 2. Les hotspots de biodiversité** : 44% de toutes les espèces de plantes vasculaires et 35% de toutes les espèces animales dans quatre groupes de vertébrés sont limités à 25 points chauds comprenant seulement 1,4% de la surface terrestre (d'après Myers, 2000)

### 2. Les mesures de protection

Historiquement, la protection de la biodiversité a été pensée au travers de la délimitation d'**aires protégées**, dans lesquelles les pressions humaines sont délibérément exclues ou fortement contrôlées. Ces milieux sont gérés de façon à conserver un certain niveau de biodiversité, dans sa diversité taxonomique, défini en fonction de la richesse spécifique et de l'abondance de certaines espèces ou habitats patrimoniaux. En France, plusieurs types de zones protégées sont reconnus, principalement les parcs nationaux, les parcs naturels régionaux et les réserves naturelles nationales.

**Parcs nationaux**

La France compte **10** parcs nationaux (PN) sur son territoire, dont trois outre-mer. Chacun constitue un espace rassemblant un patrimoine naturel, culturel et paysager d'exception, les PN des Cévennes et de la Réunion, et surtout le Parc amazonien de Guyane comportant d'importantes superficies forestières. *(ci-dessous le Lac Vert de Fontanalbe dans le PN du Mercantour- source : Patrick Rouzet)*

**Parcs naturels régionaux**

Les parcs naturels régionaux (PNR) sont créés pour protéger et mettre en valeur de grands espaces ruraux habités, selon les principes du développement durable. Depuis 1967, les PNR expérimentent ce concept incluant les interactions entre les hommes et la nature. Les **51** PNR couvrent 8,7 Mha, soit 15% du territoire français, et concernent près de 4 M d'habitants. La forêt y occupe en moyenne 37% de l'espace. *(ci-dessous, dans le PNR du Luberon - source : [www.luberon.fr](http://www.luberon.fr))*

**Réserves naturelles nationales**

Il existe **167** réserves naturelles nationales (RNN) couvrant 2,75 Mha et réparties sur l'ensemble de la France métropolitaine et d'outre-mer, dont l'immense RNN des Terres australes françaises (2,27 Mha). Les RNN visent à protéger, gérer et faire découvrir des milieux naturels exceptionnels et très variés. *(ci-dessous : hêtraie dans la RN de la Forêt d'Orient - source : Réserves Naturelles)*



**La protection trans-frontière de la biodiversité** est aussi une préoccupation majeure. Le réseau Natura 2000 s'inscrit au cœur de la politique de conservation de la nature de l'Union Européenne pour enrayer l'érosion de la biodiversité. Mis en place en application de la Directive « Oiseaux » datant de 1979 et de la Directive « Habitats » datant de 1992, ce réseau vise à assurer la survie à long terme des espèces et des habitats particulièrement menacés, à forts enjeux de conservation en Europe. Il est constitué d'un ensemble de sites naturels, terrestres et marins, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces de la flore et de la faune sauvage et des milieux naturels qu'ils abritent. En France, les sites terrestres Natura 2000 couvrent environ 7 Mha dont 1/3 en conditions forestières. La France contribue aussi aux réseaux internationaux promouvant la conservation des milieux naturels et de la diversité biologique, comme le Réseau Mondial des **Réserves de Biosphère**. Plusieurs de ces sites ont une forte composante forestière : Ventoux, Fontainebleau, Luberon et Lure, Gatinais, Vosges du Nord, etc.

Les systèmes de protection fondés sur une délimitation géographique explicite des habitats et espèces à protéger, pour utile et nécessaire qu'ils soient, n'en rencontrent pas moins des limites, liées en particulier au fait que la **diversité biologique est, plus qu'un état, un processus dynamique**. Dans les dernières années, un intérêt s'est fait jour pour des approches de l'aménagement du territoire et de la gestion des ressources qui prennent en compte la nature complexe et dynamique des systèmes écologiques, avec leur cortège de processus non-linéaires et de discontinuités associées, de surprises et d'incertitudes. Il s'agit en particulier de : i) **adopter « l'approche écosystémique »**, comme une stratégie de gestion intégrée du territoire, de l'eau et des ressources du vivant qui promeut leur conservation et leur utilisation durable ; ii) pratiquer une conservation de la biodiversité et la gestion des ressources du vivant à des **échelles spatiales plus grandes** et plus pertinentes, telles que celles qualifiées de **bio-région** ou de **paysage** ; iii) **zoner** de vastes et multiples unités géographiques pour la gestion des ressources afin d'assurer une meilleure multifonctionnalité ; iv) **accroître la connectivité** en reliant entre eux des sites majeurs de conservation de biodiversité, par des systèmes de corridors (trame bleue et trame verte en France) et par la restauration de couvert végétal, permettant la migration et le mouvement des êtres vivants, ainsi que l'adaptation aux changements de l'ensemble du système écologique (voir fiche 4.10).

### 3. La gestion forestière et la biodiversité

L'aménagement forestier et la sylviculture peuvent influencer fortement sur la biodiversité, à la fois aux échelles de la propriété et de territoires plus vastes. Dans ce cadre, on peut définir tout un ensemble de mesures favorables à la biodiversité, dont la pertinence peut dépendre de l'échelle spatiale considérée. En France, un guide de bonnes pratiques (*Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière*) à l'intention des gestionnaires métropolitains a été publié en 2012 par le ministère en charge des forêts. Pour les forêts domaniales, l'Office National des Forêts préconise les recommandations suivantes :

a) donner priorité à la régénération naturelle et aux peuplements mélangés, favoriser la diversité génétique et maintenir des stades pionniers ou âgés ; b) conserver des milieux ouverts, maintenir des lisières internes et externes, préserver des zones humides ; c) préserver les habitats et espèces remarquables, limiter les impacts sur la faune ou la flore par un calendrier d'intervention adapté, veiller aux espèces envahissantes ; d) créer une trame de vieux bois à l'échelle des massifs forestiers : conservation d'arbres morts, d'arbres à cavités et d'arbres remarquables, maintien de bois mort au sol, réseau d'îlots de vieillissement pouvant couvrir 3% de la surface forestière, îlots de sénescence conservés sans exploitation ; e) maintenir un équilibre forêt-gibier compatible avec la régénération des peuplements et la biodiversité.



**Figure 3.** Le triangle à la peinture jaune signale que cet arbre est volontairement conservé pour la biodiversité

- Source : ONF

### 4. La conservation des ressources génétiques forestières (RGF) en France

« La notion de ressources génétiques intègre deux dimensions de la diversité biologique : la **dimension patrimoniale** de la diversité actuelle au sein des espèces ou entre espèces, et la **dimension évolutive** de tout le potentiel de diversité nouvelle générée par les mécanismes de l'évolution. Gérer les ressources génétiques, ce n'est donc pas seulement gérer un patrimoine existant, c'est aussi gérer une dynamique d'émergence d'innovations biologiques. Dans le contexte d'incertitudes associées au changement climatique, les RGF sont la source d'options sans cesse renouvelées pour l'adaptation des forêts à de nouveaux besoins » (Source : CRGF 2011). Depuis 1991, la France, en application de ses engagements européens, s'est dotée d'une « Commission des Ressources Génétiques Forestières (CRGF) ». qui propose une stratégie d'inventaire et de conservation des RGF s'inscrivant dans le cadre de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité et du Plan National pour l'Adaptation au Changement Climatique. La CRGF définit également les modalités de mise en œuvre, fédère et coordonne les acteurs, fournit enfin des outils méthodologiques : synthèses scientifiques, guides techniques, chartes, etc. La politique de conservation des RGF appuyée par la CRGF comporte trois axes : i) la prise en compte de la diversité génétique dans l'ensemble des pratiques de gestion (plans d'action, plans d'aménagement, pratiques sylvicoles) en mobilisant les acteurs concernés; ii) la mise en place pour des espèces cibles, de réseaux de conservation spécifiques combinant des approches *in situ* et *ex situ* en mettant l'accent sur la conservation dynamique ; iii) la définition de bonnes pratiques de conservation des RGF dans d'autres dispositifs (ex. espaces protégés). La politique nationale de conservation des RGF est coordonnée avec celle des 46 pays européens signataires du protocole Forest Europe grâce au programme EUFORGEN.

#### Ce qu'il faut retenir

- Les risques qui menacent la biodiversité forestière sont liés à l'altération de la couverture forestière sous l'effet de l'utilisation des terres et du changement climatique
- Ces risques peuvent être limités par une série d'actions : définir des zones prioritaires (« hotspots »), mettre en place des aires protégées de différents statuts, intégrer la biodiversité dans la gestion forestière, conserver les ressources génétiques
- Ces mesures doivent permettre l'évolutivité dans le temps et l'espace des systèmes forestiers

**Recommandation** : la lecture de cette fiche peut être utilement complétée par celle des fiches : 1.01, 1.02, 2.06, 2.07, 4.10.

# Les risques économiques pèsent-ils sur les forêts ?

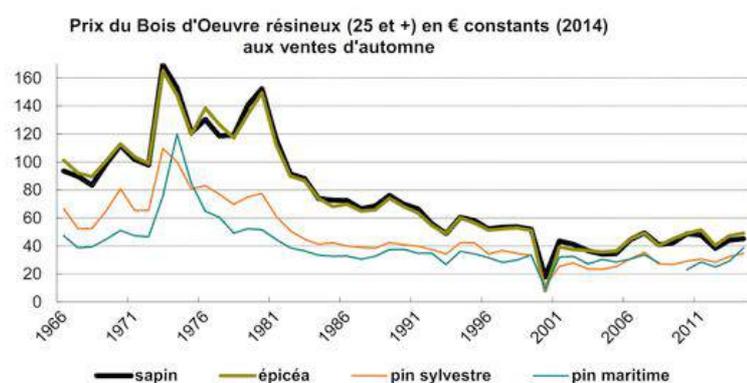
« La forêt précède les peuples; le désert les suit »<sup>1</sup>. Cet impact des activités de l'homme n'est pas que la suite d'actes volontaires de défrichement pour cultiver les terres, ou la conséquence inéluctable de l'utilisation du bois-énergie. Les activités humaines et la forêt sont en fait étroitement liées, et les hauts et les bas des activités économiques, les aléas qu'elles induisent se répercutent indirectement sur l'état des forêts, en s'ajoutant aux risques qui lui sont propres. Quels sont les risques économiques ? Sont-ils en augmentation ? Quels sont leurs impacts sur les forêts ? Comment le propriétaire forestier peut-il s'y adapter ?

## Décider en situation de risque ou d'incertitude

Les actions des hommes se traduisent ainsi par la mise en place de systèmes économiques plus ou moins instables, dont le devenir est difficile à anticiper, source d'aléas. Mais ces derniers peuvent aussi provenir de la difficulté d'obtenir des informations pertinentes, ou de la difficulté de traiter des informations surabondantes pour déceler les tendances d'évolution. Ces risques ont un impact sur l'état des forêts : en effet comment gérer une forêt sans anticipation sur l'évolution de l'état du monde, sur un horizon d'autant plus lointain que la croissance des arbres est lente ? Il n'est guère concevable d'attendre d'en savoir plus, de se laisser submerger par un doute permanent, ce qui conduirait au mieux à reporter sans cesse les décisions. Il est nécessaire de prendre acte de cette incertitude, et de décider dans ce contexte. C'est aussi dans ce cadre que l'on devra s'appuyer non pas tellement sur de trop rares bribes d'information, mais sur les valeurs qui ont le plus souvent guidé l'action en forêt (des valeurs telles que la bienveillance pour les générations futures, ou l'universalisme, c'est-à-dire la protection du bien-être de tous et de la nature).

Les **risques économiques** peuvent relever de différentes catégories : simples fluctuations autour de grandeurs moyennes, avec des tendances plus ou moins affirmées, elles-mêmes variables (par exemple les prix de telle catégorie de bois, ou de tel bien économique important pour la filière), impulsions

données au système ou variations brusques (par exemple une tempête et un effondrement des cours, ou un choc macroéconomique, cf.fig.1). On distinguera aussi 1/ les risques, pour lesquels on connaît les distributions de probabilité (par exemple les fluctuations des prix du bois, la possibilité d'une tempête), même si ces distributions peuvent elles-mêmes évoluer (par exemple à cause d'un changement climatique), 2/ des incertitudes, pour lesquelles on ne dispose pas de telles distributions. On pourra distinguer aussi les aléas sur lesquels on n'a aucune prise (un paramètre économique tel qu'un prix) des autres (la propagation d'incendies).



**Figure 1. Fluctuation des prix de résineux** - Noter la hausse des années 70 (choc pétrolier) et la baisse en 2000 (tempêtes Lothar et Martin) - Source : ONF

<sup>1</sup> Phrase faussement attribuée à Chateaubriand ; voir Le Bot, 2012, Contribution à l'histoire d'un lieu commun, Socio-logos, 7, 10 p.

Il existe encore d'autres classifications des aléas, donnant lieu à d'autres concepts : par exemple les problèmes dits non structurés pour lesquels on connaît peu ou mal les relations entre une action et son effet dans le futur. C'est assez souvent le cas en foresterie, puisque l'on ne peut connaître l'état du monde plusieurs décennies ou siècles à l'avance. D'autres notions sont aussi pertinentes : on mentionnera celle de temps opportun (le *kairos* d'Aristote ou de Platon), par exemple celui de l'éclaircie ou de la récolte, ou encore l'opportunité à saisir pour une vente de bois, car après il pourra être trop tard. Dans le domaine de la forêt, le sylviculteur doit prendre en compte tout cela à la fois. C'est plus l'esprit de finesse (de B. Pascal, voir les *Pensées*) que l'esprit de géométrie (ce qui est issu de raisonnements plus ou moins poussés) qui intervient ici.

### Les risques économiques sont-ils en augmentation ?

Les activités économiques sont de plus en plus interconnectées sur la planète, et connectées avec le monde politique (qui définit notamment la réglementation et les droits de propriété); cela permet d'absorber certains chocs (vente en masse de bois à l'étranger en cas de tempête). Mais à l'inverse, un changement de régime politique, l'ouverture d'un pays, un accord de l'Opep peuvent avoir un impact sur les prix des bois en France. Ces interconnexions rendent le monde à la fois plus compliqué à comprendre, et plus complexe, c'est-à-dire dont l'évolution est de moins en moins prévisible. Certains événements rares peuvent aussi fortement et durablement perturber l'ensemble des équilibres. Le risque économique peut se traduire aussi par une variation des taux d'intérêts sur les marchés, modifiant le coût d'opportunité des investissements réalisés en forêt (ce que l'on aurait gagné en plaçant l'argent ailleurs). Il s'agit de risques qui ne peuvent être évités, mais par rapport auxquels il est possible de réagir pour en minimiser l'impact, ce qui indirectement va changer l'état des forêts.

### Quels sont les principaux impacts des risques économiques sur les forêts ?

On distingue généralement trois types :

#### a) ceux qui affectent les différents paramètres de l'intérêt économique d'une forêt

Les incertitudes peuvent peser directement sur les paramètres dits économiques : par exemple le prix des bois, le coût des travaux, de l'énergie. Elles peuvent concerner la demande de bois brut en volume, en qualité. Ce peut être aussi l'évolution relative des prix des différentes essences, des différentes catégories, qui est incertaine. La forêt pourra peut-être un jour être directement financée pour la capture du carbone, la fourniture d'eau potable, de services écosystémiques.

Certaines variations peuvent être de court terme (sur quelques années) : par exemple si les prix du bois sont considérés comme hauts ou bas, cela va-t-il continuer ? A-t-on intérêt à récolter et vendre les arbres ? De moyen terme (sur plusieurs décennies) : l'égelage (cf. fig. 2) ou l'éclaircie sont-elles rentables ? Le coût sera-t-il compensé par une hausse des prix, même si les goûts changent ? (le bois sans nœud sera-t-il toujours plus valorisé que le bois avec nœud ?) Ou de long terme : Est-il rentable de planter certaines essences à la croissance lente ? Des produits de substitution au bois (pour l'énergie, la trituration ou le bois d'œuvre) permettront-ils toujours des prix rémunérateurs ? Le coût de la main d'œuvre permettra-t-il de récolter les arbres plantés aujourd'hui dans des parcelles difficilement accessibles ?



Figure 2. Élagage dans une peupleraie pour obtenir une belle bille - Source : CRPF Poitou-Charentes

**b) ceux qui affectent les autres compartiments du patrimoine**

Les risques économiques peuvent affecter les compartiments du patrimoine des propriétaires forestiers autres que la forêt elle-même, par exemple leurs placements financiers ou dans l'immobilier. Ils pourront chercher alors à compenser ces effets par une moindre, ou au contraire plus grande, prise de risque en forêt. Cela aura un impact direct sur le choix des essences, des traitements, des dates de coupe des arbres. Il en est de même en forêt publique, communale ou domaniale, pour laquelle l'activité économique générale conduira les gestionnaires à rechercher plus ou moins de financements à travers la récolte de bois, ou conduira à modifier les investissements en forêt.

**c) ceux qui affectent l'aversion au risque du propriétaire**

Au contraire de la section précédente, c'est ici la peur du risque elle-même qui est modifiée, parce que, par exemple, un contexte économique général plus incertain pourra inciter le propriétaire à rechercher plus de sécurité grâce à ses investissements. Mais comme précédemment, l'effet sur les forêts sera semblable, car le gestionnaire ou propriétaire sera plus ou moins enclin à prendre des risques en forêt, ce qui pourra se traduire par une modification de l'état des forêts.

**Vers la recherche d'une plus grande adaptabilité**

L'augmentation des risques et incertitudes plaide, pour ce qui concerne les risques, pour une plus grande diversification (des essences, des traitements...) et pour ce qui a trait aux incertitudes, pour la mise en œuvre de sylvicultures plus adaptables à l'évolution du monde. Il s'agit alors d'éviter de s'engager dans des trajectoires trop étroites (par exemple en termes de débouché des bois) ou compliquées à mettre en œuvre (sylvicultures nécessitant une grande technicité). Dans le monde futur, de plus en plus interdépendant, ces notions d'adaptation, mais aussi de robustesse, de flexibilité, de viabilité (pouvoir satisfaire à différentes contraintes à l'avenir), de résilience (retrouver certaines propriétés fondamentales après un choc) constitueront les concepts dans lesquels s'inscrira la sylviculture. Elles permettront aussi de résister aux risques et incertitudes d'autre origine que directement économique (voir autres fiches de ce Chapitre 5).



**Figure 3.** *Les variétés forestières améliorées de pin maritime (pour la croissance et la rectitude du fût) permettent de produire dans de bonnes conditions économiques des produits demandés par l'industrie.* Source : Forexpo

## Accepter l'incertitude du contexte économique

La forêt évolue dans un monde de risques qui lui sont propres : les tempêtes, sécheresses, incendies, les maladies et bio-agresseurs, les pollutions diverses. Mais c'est aussi à un tout autre ensemble d'aléas que la forêt est exposée, celui issu directement des entreprises des hommes. Nous avons vu que ces aléas impactent la forêt sous trois angles. L'intérêt même de la production forestière peut en être fortement affecté. Au final, c'est l'état des forêts, de chaque massif, parcelle ou arbre qui en dépend.

Inversement l'état de la forêt conduit à l'émergence ou l'amplification de risques dans le monde économique général (ne serait-ce que par les nombreux services écosystémiques que rendent les forêts ; voir Chapitre 4). En reconnaissant qu'il existe un cycle entre l'économie générale, ou les activités humaines en général, et la forêt, on réalise qu'il s'agit d'un système fermé, complexe, à l'évolution peu prévisible.

Et même si les arbres les plus anciens qui constituent nos forêts font naître en nous un sentiment de robustesse, de permanence, de certitude, nous ne devons pas oublier que ces arbres sont le fruit d'actions de l'homme dans des conditions économiques très différentes des nôtres (cf. fig. 4), et qu'il en sera probablement de même dans les temps futurs. Ces conditions économiques fluctuantes, cette incertitude qui perdure dans notre monde complexe, ne peuvent être dissimulées par des représentations qui simplifient abusivement la réalité. Ce serait avoir une vision simple, mais à courte vue. C'est au prix de cette prise de conscience, que dans l'incertitude, dans le doute, nous prendrons les meilleures décisions.



**Figure 4. Futaie de chêne en Forêt de Tronçais (Allier).** La «filière chêne» relancée par Colbert pour les bois de marine trouve un débouché aujourd'hui dans les bois de tonnellerie (merrains) de haute valeur - Source : ONF

### Ce qu'il faut retenir

- Les risques économiques ont un impact sur : i) les paramètres économiques de la sylviculture; ii) les autres compartiments du patrimoine des propriétaires forestiers ; iii) leur aversion au risque.
- Au total, c'est l'état des forêts, des parcelles, des arbres qui en dépend.
- Il faut apprendre à décider en situation de risque ou d'incertitude en recherchant robustesse, flexibilité, variabilité ou encore résilience des trajectoires retenues.

# La forêt est-elle menacée par les changements d'utilisation des sols ?

La réduction des surfaces forestières par changement d'occupation du sol fait l'objet d'intenses débats depuis maintenant une bonne cinquantaine d'années. « La forêt recule » entend-on partout. Si cette réalité est effective dans les forêts tropicales (cf. fiche 1.02), et partout dans le monde sous l'effet de l'urbanisation, constatons simplement que ce mouvement mondial n'affecte plus l'Europe, et en particulier la France. D'environ 8 millions d'hectares à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, la forêt française atteint 16,5 millions d'hectares actuellement. Cette évolution spectaculaire est due à la fois à des politiques volontaristes et largement aidées par l'Etat, concernant la protection des forêts et le reboisement, et à la déprise agricole de la fin du XX<sup>e</sup> siècle conduisant à une recolonisation spontanée par la végétation forestière. Comment les politiques menées en France permettent-elles de maîtriser la pérennité de la forêt existante et avec quels instruments juridiques, voire économiques ?

## Le contrôle du défrichage par autorisation administrative

Le Code forestier (CF) définit le défrichage (fig.1) comme l'action de supprimer les bois et forêts existants par dessouchage ou gestion «régressive», ou encore d'en modifier la destination même sans enlever les bois existants (par exemple, un camping où aucun arbre ne serait enlevé). Pour procéder à un défrichage, une autorisation administrative est obligatoire. Elle est dérogoire du droit commun de disposer de sa propriété et donc encadrée par la loi qui en définit les motifs essentiellement liés à la protection des sols, des eaux et de la biodiversité locale (article L. 341-5 du CF). Elle tient le droit de construire en



**Figure 1. Défrichage**

Source : [www.drome.fr](http://www.drome.fr)

l'état. Elle peut aussi être soumise à des conditions définies par l'article L. 341-6 du code forestier tel que le boisement compensateur (coefficient 1 à 5 prévu dans la loi, procédé largement utilisé aujourd'hui). Cette autorisation administrative est précisément encadrée : elle prévoit une première réponse d'instruction de l'Administration dans les deux mois du dépôt et en son absence une autorisation tacite. La demande est réputée rejetée à défaut de décision du préfet notifiée dans le délai de 6 mois à compter de la réception du dossier complet. Une enquête publique est nécessaire pour les défrichements de plus de 25 ha même fragmentés. La décision du préfet est valable 5 ans. **Les exceptions à l'autorisation** administrative de défrichage sont strictement définies par la loi (article L. 341-2 et L. 342-1 du CF) et concernent par exemple les situations suivantes : remise en valeur de terrains envahis par une végétation spontanée ou remise en état pastoral, noyeraies, oliveraies, chênes truffiers, vergers à châtaignes, taillis à courte révolution, jeunes bois de moins de 30 ans sauf compensation, équipements nécessaires à la mise en valeur ou à la protection de la forêt essentiellement quant à la défense incendie, bois isolé de moins de 0,5 à 4 ha suivant les départements, parcs ou jardins clos de moins de 10 ha sauf constructions, boisements réglementés. Des sanctions sont également prévues : jusqu'à 150 € / m<sup>2</sup> de bois défrichés (outre le rétablissement possible de l'état boisé dans un délai d'un an avec substitution d'office de l'Administration).

*N.B. Aujourd'hui, l'IGN ne dispose pas de données permettant de quantifier les flux de surface des forêts en cohérence avec les données générales de surface. De nouvelles méthodes permettront de renseigner précisément l'origine des surfaces passant à la forêt et la destination des surfaces quittant l'état forestier (source : IGD-IGN, 2015) et d'évaluer ainsi l'efficacité du contrôle du défrichement.*

## Les protections spéciales prévues par le Code forestier

Le code forestier est traditionnellement articulé en deux parties : l'une propre à la forêt de l'Etat et des collectivités qui relèvent du « régime forestier », l'autre traitant de la forêt privée par diverses mesures de protection dont les « forêts de protection. »

**Le « régime forestier » (RF) est un mode de protection renforcé.** Il s'agit « d'un ensemble de règles spéciales d'ordre public dérogoires au droit commun et déterminées par le Code forestier en vue d'assurer la conservation et la mise en valeur des bois et forêts auxquels elles s'appliquent dans l'intérêt supérieur de la nation. » Les articles L. 211-1 et L. 211-2 du Code forestier énumèrent les bois et forêts relevant du régime forestier. Il s'agit essentiellement : i) des forêts et terrains à boiser qui font partie du domaine de l'État ou sur lesquels l'État a des droits de propriété indivis (soit 1 705 300 hectares auxquels s'ajoutent les forêts outre-mer relevant du régime forestier pour 2 503 600 hectares) ; ii) des bois et forêts susceptibles d'aménagement, d'exploitation régulière ou de reconstitution et des terrains à boiser, appartenant aux régions, aux départements, aux communes, aux sections de communes, aux établissements publics, aux établissements d'utilité publique, aux sociétés mutualistes et aux caisses d'épargne (soit au total 2 909 000 hectares). Les collectivités d'outre-mer connaissent le régime forestier

dans les mêmes conditions que le territoire métropolitain, sauf diverses mesures d'exception (fiche 1.04). Les bois et forêts relevant du régime forestier doivent figurer à titre informatif en annexe des plans locaux d'urbanisme (*C. urb., art. R. 151-53*).



**Figure 2.** *En forêt domaniale* (ONF)

Aux termes de l'article L. 3211-5 du Code général de la propriété des personnes publiques, la forêt domaniale (fig.2), c'est-à-dire de l'Etat **ne peut être aliénée qu'en vertu d'une loi**. De leur côté, les assemblées délibérantes des collectivités ou établissements publics ont pouvoir d'aliéner mais non de distraire du régime forestier. On a pu en déduire que le régime forestier constitue un droit domanial spécial dont l'efficacité en

vue de sa conservation est souvent supérieure à celle procurée par la domanialité publique. Diverses mesures ont été prises dans le même sens vis-à-vis des forêts appartenant à un établissement spécialisé, (*DERF/SDEF, note de service n° 3032, 15 déc. 1992*). Plusieurs exceptions restituent au ministre de l'agriculture compétence pour disposer des bois domaniaux soumis au régime forestier, mais à titre exceptionnel (art. L. 3211-5 et L. 3211-5-1 du Code général de la propriété des personnes publiques) : i) petits bois (moins de 150 hectares et absence d'intérêts environnementaux, enfin produits économiques faibles voire inexistantes ne couvrant pas les frais de gestion) ; ii) expropriations dans le périmètre d'une déclaration d'utilité publique (*CE, sect., 9 nov. 1979, n° 04428, Assoc. pour la défense de l'environnement en Vendée et autres : Rec. CE 1979, 406*) ; iii) immeubles bâtis situés en forêt domaniale (essentiellement maisons forestières).

La **distraction du régime forestier** est prévue par le CF. Elle est prononcée le plus souvent pour que l'espace forestier concerné soit affecté à une autre nature d'occupation du sol. Si les principes du défrichement s'appliquent, encore faut-il que le RF soit levé. Pour les immeubles appartenant aux autres collectivités et personnes morales que l'État, la distraction est prononcée de manière générale par le préfet, sauf en cas de désaccord avec l'ONF où doit intervenir un arrêté du ministre de l'agriculture après accomplissement des mêmes formalités que pour l'application du RF.

Elle doit être motivée par un intérêt public majeur. Elle doit intervenir préalablement à l'aliénation ou l'échange de forêts des collectivités ou personnes morales relevant du régime forestier, ou encore au défrichement de ces mêmes forêts (*circulaire DGFAR/SDFB/C2003-5002, 3 avr. 2003*). En pratique, la distraction pour une raison jugée valable s'accompagne d'une négociation pour l'achat de forêts semblables par la collectivité ou l'État dans une proportion qui est toujours au moins égale à 1 : le principe de compensation est respecté et fait l'objet de l'article L. 213-2 : l'indemnité versée est encaissée sous la forme d'un fonds de concours affecté à l'achat de terrain boisés ou à boiser.

**Le classement en forêt de protection** (Code forestier, art. L.141-1 et suivants) est aussi appelé « petit régime forestier » pour son strict contrôle par l'Administration des forêts. Il représente environ 150 500 ha en France. Le classement en forêt de protection (fig.3) résulte d'une procédure lourde : par décret motivé en Conseil d'Etat après enquête publique et avis de la commune et de la commission départementale de la nature, des paysages et des sites. La loi détermine ses motifs : maintien des terres sur les montagnes et sur les pentes, défense contre les avalanches, les érosions et l'envahissement des eaux et des sables, écologie et bien-être de la population dans la périphérie des grandes agglomérations. Il s'agit de protéger la forêt pour ses fonctions écologiques et sociales et non économiques. La gestion forestière quel qu'en soit le propriétaire, est soumise au contrôle direct de l'Administration. Tout changement d'affectation est strictement interdit. Une procédure de délaissement est prévue en cas d'opposition entre l'Administration et le propriétaire, voire de compensation (L. 141-7 et R. 141-39 à 42).



**Figure 3. Forêt de protection au-dessus de Châtel (ONF)**

### **Le droit de l'environnement et le droit de l'urbanisme, instruments de protection des forêts**

Le code de l'environnement et le code de l'urbanisme contiennent essentiellement des régimes de zonage interdisant toute modification d'occupation des sols. Les espaces forestiers représentent et de loin les surfaces protégées les plus importantes. **Le code de l'environnement** (art. L. 341-1 et suivants) distingue des **sites inscrits et des sites classés**. Ils ont comme objectif de protéger un site de caractère artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque. Toute modification des lieux et tous travaux susceptibles d'y porter atteinte de manière irréversible y sont interdits. Cependant, une grande différence existe entre site inscrit et site classé. Pour un site classé, un arrêté ministériel ou un décret en Conseil d'Etat en cas d'opposition des propriétaires est nécessaire après enquête publique. Pour un **site inscrit**, l'avis des propriétaires n'est pas requis, mais l'avis de la commune est obligatoire ; par ailleurs, toute modification de l'état ou de l'aspect des lieux et tous travaux doivent être déclarées. **Mais demeurent exceptés de toute autorisation les travaux d'exploitation courante des fonds ruraux et d'entretien normal des constructions. Une coupe de bois mûrs suivie de travaux de régénération entre dans la catégorie de ces travaux. Par contre un défrichement constitue une nouvelle affectation du sol incompatible avec l'entretien normal d'un fonds rural.** Le **site classé** ne peut être ni détruit, ni modifié dans son état ou son aspect, sauf autorisation spéciale. Donc tous travaux forestiers sont soumis à autorisation après avis de la Commission départementale de la nature, des paysages et des sites. **Une indemnisation des pertes d'exploitation est possible.** Sites inscrits et sites classés sont reportés au plan local d'urbanisme de la commune en annexe.

**Le code de l'urbanisme** (art. L. 113-1 ex L. 130-1) cible les espaces boisés classés (EBC). Les **Plans locaux d'urbanisme** (P.L.U.) autrefois Plan d'occupation des sols (P.O.S.) constituent le droit commun de l'urbanisme communal ou intercommunal (art. du CU : L. 111-1 et suivants). L'objectif est d'organiser et de planifier le droit de construire (et non de gérer la production agricole ou forestière).

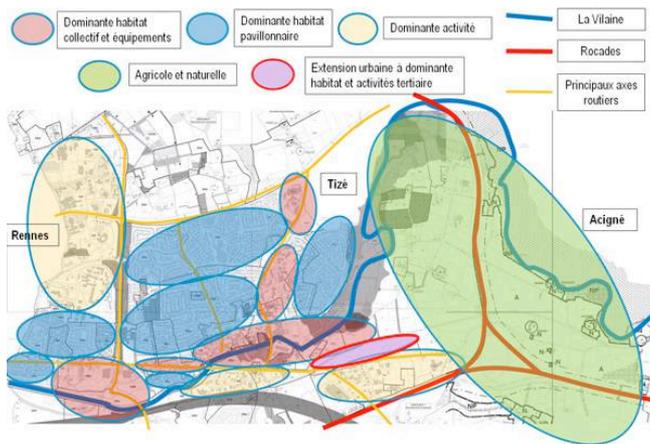


Figure 4. Exemple de révision du PLU à Cesson-Sévigné (Ille et Villaine)

Le PLU (fig.4) ne peut être approuvé qu'après avis de la Chambre d'Agriculture, voire du Centre National de la propriété forestière (CNPFF), lorsqu'est prévue une réduction des espaces agricoles et forestiers (R. 153-6 du Code de l'Urbanisme). De même, le C.N.P.F. doit être informé des décisions prescrivant l'établissement d'un P.L.U. ainsi que des classements en EBC (article R. 113-1 du CU). Un PLU, en dehors des EBC, peut, dans son règlement (article 13), édicter des règles concernant les arbres : elles ont valeur réglementaires et s'imposent aux autorisations d'urbanisme. Exemple : Conseil d'Etat 23 Juillet 1993, n° 129391. Surtout, l'article **L. 151-19 du code de l'urbanisme** ouvre la possibilité

pour un règlement d'identifier et de localiser les éléments de paysage et délimiter les sites et secteurs à protéger, notamment pour la préservation, le maintien ou la remise en état des continuités écologiques et définir, le cas échéant, les prescriptions de nature à assurer leur préservation.

Les PLU peuvent classer comme **espaces boisés à conserver**, les bois, forêts, parcs à conserver, à protéger ou à créer qu'ils relèvent ou non du régime forestier, enclos ou non, attenant ou non à des habitations, en zone constructible ou non constructible. Ce classement est formalisé sur le plan (C. urb., art. R. 151-31) par un treillis de ronds, mais doit aussi faire l'objet d'une mention dans le règlement. Ce régime d'E.B.C. peut aussi s'appliquer à tous les bois d'un PLU prescrit mais non encore approuvé.

**Le classement interdit tout changement d'affectation – en particulier défrichage - ou tout mode d'occupation du sol de nature à compromettre la conservation, la protection ou la création des boisements.** Leur champ d'application est très large, dépassant les forêts au sens strict du terme. Les erreurs manifestes d'appréciation sont rarement reconnues par les tribunaux, un contrôle normal, voire minimum des juridictions s'exerce sur les décisions. Même si ce zonage est pénalisant pour son propriétaire, les tribunaux considèrent non seulement qu'il n'y a pas lieu à indemnisation compte tenu des règles en matière de servitudes d'urbanisme, mais encore qu'il ne saurait porter aucune atteinte au principe d'égalité des citoyens devant les charges publiques, hors de proportion avec l'objectif d'intérêt général (*CAA Marseille, 15 Juin 2006, n° 02MA02124*). Ce régime peut également s'appliquer aux espaces naturels sensibles du département ou encore aux espaces littoraux (L. 113-11). **Les coupes et abattages dans les espaces boisés classés sont réglementés et soumis à déclaration (R. 421-23 C. urb).** Le régime de droit commun des déclarations préalables s'applique à toutes les coupes et à tous les abattages qui n'entrent pas dans les exceptions exposées ci-après.

Une demande d'autorisation de coupes et abattages d'arbres qui ne sont pas de nature à compromettre la conservation des boisements ne peut être légalement refusée (CE, 6 octobre 1982 *min. agr. c/Mme de la Bastide*). Le régime de l'article L. 113-1 du Code de l'Urbanisme n'a pas pour objet de geler les bois et forêts qu'il classe, comme pourrait le faire un classement de type monument historique ou site classé, mais d'en assurer la conservation au sens dynamique du terme, c'est à dire la mise en l'état de produire de la matière ligneuse. Sinon, le législateur aurait été contraint de prévoir des indemnités, ou encore de se référer explicitement au deuxième alinéa de l'article L. 105-1 qui y ouvre droit s'il résulte d'une servitude d'urbanisme une atteinte à des droits acquis : le droit de produire du bois pour une forêt établie antérieurement à la publication du P.O.S. ou du P.L.U. Les collectivités publiques peuvent seulement offrir à titre de compensation à l'interdiction de changer la nature d'occupation du sol un terrain à bâtir aux propriétaires qui consentent à leur céder gratuitement un terrain classé comme espace boisé à conserver, à protéger ou à créer par un POS rendu public ou un PLU approuvé (règle des 9/10).

La procédure de modification des P.L.U. est incompatible avec toute réduction d'un espace boisé classé : seule une révision peut y procéder (C.urb., art. L. 153-31, 2°). Quatre situations permettent de s'affranchir de toute autorisation de coupe ou d'abattage (C. urb. R. 421-23-2) : i) la **soumission au régime forestier** ; ii) le **plan simple de gestion (P.S.G.)** de l'article L. 312-1 et suivants du Code forestier à condition qu'il soit approuvé et pas seulement présenté au Centre Régional de la Propriété forestière (C.R.P.F.), ou encore un **règlement type de gestion (R.T.G.)** approuvé conformément aux dispositions du Code forestier (articles L. 122-3 et 313-1), ou enfin l'adhésion à un **code de bonne pratique sylvicoles (C.B.P.S.)** approuvé (articles L. 124-2 et L. 313-3). Le régime spécial d'autorisation administrative pour les propriétés de plus de 25 ha qui n'auraient pas fait agréer un P.S.G. ne vaut pas exception à déclaration de coupe et abattage. Bien entendu, il est indispensable que la coupe soit prévue au P.S.G. ; iii) l'**enlèvement des arbres dangereux, des chablis et des bois morts** ; iv) les **coupes définies dans des catégories fixées par arrêté préfectoral** pris après avis du C.R.P.F.. Elle concernent les coupes d'amélioration - coupes d'éclaircie, les coupes de régénération, les coupes rases de taillis simples, les coupes de taillis sous futaie, les coupes rases de peupliers.

**Les sanctions** consistent en le **rétablissement des lieux** : dans les trois ans qui suivent l'année au cours de laquelle des déboisements ou des travaux illicites ont été exécutés, le préfet peut, en motivant sa décision, ordonner le rétablissement des lieux en nature de bois (R. 113-2 CU), y compris d'office pour les propriétaires récalcitrants. Les **peines correctionnelles s'ajoutent**.

**Les mesures financières de compensation vis-à-vis du droit de changer la nature forestière d'un terrain.**

L'idée d'absorber la plus-value liée à un changement de destination d'un terrain n'est pas nouvelle. La dernière application qui en a été faite par le droit forestier affectait le droit de défricher. Le peu d'effet qui en est résulté ainsi que les mesures de simplification fiscale poursuivies ont provoqué la disparition de ce qui était nommé « taxe sur le défrichement. » Nous avons constaté qu'un défrichement pouvait faire l'objet d'un boisement compensateur. Cette mesure de conservation purement administrative peut être substituée par un versement financier. L'article L. 341-6 du Code forestier autorise le versement d'une somme au Fonds stratégique de la forêt et du bois (art. L. 156-4 du Code forestier) dont l'objet est le financement de projets d'investissement, prioritairement en forêt, et d'actions de recherche, de développement et d'innovation (fig. 5)



**Figure 5. L'implantation de centrales solaires en forêt : une nouvelle source de controverse** - Photo: Carpe Diem, Caillan (Var)

### Ce qu'il faut retenir

- Le changement de destination de bois et forêts reste strictement encadré en France
- Les mesures sont diverses, et cette diversité même accroît leur efficacité tout en constituant des situations pénalisantes pour les propriétaires
- Face à des opérateurs fonciers souvent agriculteurs désireux d'étendre aux dépens de la forêt, les superficies destinées à l'agriculture ou de se diversifier vers le photovoltaïque, les pouvoirs publics peuvent résister
- Le mouvement d'opinion protecteur de la nature est particulièrement sensible à la conservation des bois et forêts, mais paradoxalement, la maison individuelle est recherchée
- La politique de lutte contre l'étalement urbain est contrecarrée par le besoin de logements sociaux et la relance de la construction ; la densification de l'habitat ne pourra pas tout résoudre