



**HAL**  
open science

# Si la forêt s'écroule... Quelle gestion forestière française après les tempêtes ?

Daniel Vallauri

## ► To cite this version:

Daniel Vallauri. Si la forêt s'écroule... Quelle gestion forestière française après les tempêtes ?. Revue forestière française, 2002, 54 (1), pp.43-54. <10.4267/2042/4899>. <hal-03449153>

**HAL Id: hal-03449153**

**<https://hal.science/hal-03449153v1>**

Submitted on 25 Nov 2021

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

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



HAL Authorization

## SI LA FORÊT S'ÉCROULE... QUELLE GESTION FORESTIÈRE FRANÇAISE APRÈS LES TEMPÊTES ?

---

DANIEL VALLAURI

---

NDLR

*Cette synthèse bibliographique, présentée en 2000 au titre du WWF-France (association française du Fonds mondial pour la Nature), porte sur les tempêtes un regard très complémentaire à celui de Hans-Jürgen OTTO, que nous avons publié dans notre n° 3-2000, pages 223 à 238, et à l'expertise collective sur les tempêtes, la sensibilité des forêts et sur leur reconstitution" que nous avons relatée dans notre n° 6-2000, pages 570 et 571 (voir à ce sujet Drouineau et al. en bibliographie de cet article p. 53 ou consulter le site informatique du ministère de l'Agriculture et de la Pêche à l'adresse : <http://www.agriculture.gouv.fr/fore/fore/expertempeteo.htm>).*

Tempêtes du siècle sur les forêts françaises, tempêtes de givre, tornades, ouragans et cyclones aux États-Unis, incendies en Méditerranée aussi bien que dans les forêts pluviales de Bornéo, destruction par les avalanches dans les Alpes, dépérissement par les pluies acides dans les régions industrialisées, tronçonneuses et exploitation "minière" du bois en Afrique noire et en Sibérie, défrichement au bulldozer en Amazonie... la quiétude et l'immobilité des sylves ne sont, de par le monde, qu'une image d'Épinal. Les forêts sont malmenées au quotidien par des catastrophes de nature, de fréquence, d'intensité, et donc de conséquences, très variées (Rogers, 1996). Ces catastrophes, que l'écologue scientifique appelle de façon neutre "perturbation", modifient plus ou moins violemment la biodiversité, le fonctionnement et l'évolution de l'écosystème forestier. Elles peuvent être d'origine strictement naturelle ou complètement de notre responsabilité.

Les tempêtes des 26 au 28 décembre 1999 présentent la plus forte perturbation naturelle ayant touché les forêts françaises de mémoire d'homme. Les dégâts sont considérables : 1/30<sup>e</sup> de la surface totale de la forêt française touché, 140 millions de m<sup>3</sup> de bois gisant à terre. Une fois passée l'urgence de cette catastrophe aux fortes répercussions économiques, il est nécessaire de mieux prendre la mesure de ce qui s'est réellement passé, de la fragilité et de l'artificialisation de nos forêts, du danger de certains choix techniques. Cela d'autant plus vite que les actions de restauration des forêts touchées débutent dès 2001 par des choix techniques délicats, dans un contexte socio-économique particulier, et engageront pour plusieurs générations la production de bois, la qualité des paysages et la biodiversité des forêts de nombreuses régions de France. Des impacts écologiques négatifs plus forts que les impacts directs de la tempête sont à craindre si la restauration n'est pas écologiquement réussie (à éviter notamment : trop de reboisements artificiels résineux, une intensification de la sylviculture...).

Pour préparer l'avenir, la communauté forestière française a besoin d'une analyse scientifique, pour tracer le renouveau de nos forêts et penser l'adaptation souhaitée des méthodes de gestion. De nombreuses tables rondes ont été organisées par la Direction de l'Espace rural et de la Forêt (DERF), et des expertises, dont celle de l'Institut national de la Recherche agronomique et du Cemagref, ont fait le point sur les questions techniques (Drouineau *et al.* 2000a,b ; Formery, 2000 ; Otto, 2000). Les gestionnaires diffusent progressivement les préconisations pratiques pour la reconstitution (Riou et Paillassa, 2000 ; Mortier, 2002). Le département Conservation des forêts du WWF-France (Fonds mondial pour la Nature) s'investit également depuis janvier 2000 pour analyser les aspects écologiques, conseiller et agir sur le terrain pour une restauration écologique et une gestion durable des forêts endommagées. Cet article est la synthèse de la réflexion scientifique et technique menée durant l'été 2000 (Vallauri, 2000a,b,c) ; il cherche à reposer les termes écologiques du problème forestier. Enfin, avec les principales associations ou fédérations d'associations de protection de la nature s'intéressant à la gestion des milieux forestiers (Réserves naturelles de France, Greenpeace, France Nature Environnement), des principes et recommandations techniques ont été proposés aux gestionnaires dès septembre 2000 sous la forme d'une « *charte partenariale pour la restauration des forêts après tempêtes* » (WWF *et al.*, 2000).

Dans les laboratoires, la dernière décennie a vu l'écologie changer, mettant au premier plan les processus fonctionnels moteurs de l'écosystème comme seul garant de la conservation de la biodiversité dans une perspective évolutive. Des idées reçues sont tombées, tel que le caractère systématiquement négatif des perturbations. Ainsi, les tempêtes par exemple, perturbations naturelles, ont-elles un rôle écologique original, dont le forestier peut mieux s'inspirer pour aider la forêt à produire durablement ses multiples services. Après un bref développement des concepts permettant de comprendre et mesurer l'impact des perturbations, l'exemple des réserves intégrales de Fontainebleau illustre le propos. Il montre les premiers résultats, en France, dont la gestion forestière a aujourd'hui besoin. Selon le WWF, l'exemple est à prendre dans la dynamique des forêts naturelles, avec une nécessité d'évaluation écologique des perturbations et de la capacité naturelle de cicatrisation des écosystèmes en bonne santé, dont il s'agit de tirer dès à présent profit en faveur de la gestion durable de forêts à la fois vivantes et productives.

## **BRÈVE SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES**

Nous traiterons successivement de trois domaines clés pour comprendre l'impact et le rôle d'une perturbation sur la biodiversité, le fonctionnement et l'évolution d'un écosystème forestier. Il s'agit des éléments définissant la stabilité des forêts, c'est-à-dire d'une part la perturbation elle-même et d'autre part la résistance et la capacité naturelle de renouvellement (résilience) de l'écosystème.

### **De la perturbation**

Une perturbation est un événement qui modifie la composition, la structure et le fonctionnement de l'écosystème (Sousa, 1984 ; Rogers, 1996 ; Otto, 1998). Une perturbation provoque une déviation, à plus ou moins long terme, de la dynamique de l'écosystème.

Chaque perturbation est définie par :

- sa cause et la nature de son action ;

- son régime, comprenant sa magnitude (intensité et sévérité), sa fréquence ou occurrence (absolue ou régionale), sa saisonnalité, sa prédictibilité (variance du phénomène) et le taux de renouvellement de l'écosystème ;
- ses composantes spatiales, dont le niveau d'organisation hiérarchique considéré, la localisation géographique, la forme et l'étendue.

Les agents de perturbation sont nombreux et variés. Ils peuvent être d'origine biotique (pullulation de scolytes, abrutissement par les cervidés...), abiotique (tempête, incendie, avalanche, inondation...) ou humaine (pollutions, incendies, exploitation forestière, sylviculture...). Il n'existe pas deux perturbations écologiquement comparables dans leurs impacts sur l'écosystème forestier. Ainsi, une tempête modifie par exemple la structure de la canopée et les conditions de lumière et de compétition dans la forêt, alors qu'un incendie bouleverse instantanément le cycle du carbone et des éléments nutritifs. De plus, dans la nature, plusieurs perturbations interviennent généralement successivement ou simultanément.

Le vent est un facteur écologique (Ennos, 1997), variable dans le temps et dans l'espace, contrôlé par les mouvements atmosphériques globaux. En Europe occidentale, la sévérité des dégâts sur les forêts s'est très fortement accrue depuis le début du siècle (Doll, 1988 *in* Carbiener, 1995). Les tempêtes de décembre 1999 présentent avant tout une étendue géographique inégalée de mémoire d'homme.

### De la résistance

La résistance est définie comme la capacité physique d'un système (arbre, peuplement ou écosystème) à absorber, limiter et subir sans dommages une perturbation. La résistance est inversement proportionnelle aux dommages causés par la perturbation.

Dans le cas du vent et des tempêtes, il est important de considérer la résistance comme une relation complexe et non linéaire entre l'intensité de la perturbation et le système sol-arbre-peuplement. Seule cette approche globale est susceptible d'interpréter correctement le large éventail des dégâts possibles en forêts (Schaetzel *et al.*, 1989a ; Dhôte, 2000). Il est toutefois envisageable de calculer des indices ou des seuils de résistance partielle : module de rupture d'une branche, d'un tronc (en fonction des essences, des diamètres, des hauteurs), force correspondant à l'ancrage racinaire (en fonction du type d'enracinement et de la cohésion du sol)...

Le sol est un compartiment clé pour comprendre la répartition des chablis. Ces derniers provoquent la mise à terre de l'arbre et l'arrachement d'une "galette" de sol d'environ 10 à 20 m<sup>2</sup>. Diverses évaluations de la fréquence naturelle des chablis donnent, pour les forêts tempérées, un nombre compris entre 0,1 à 5 arbres/ha/an (synthèse dans Schaetzel *et al.*, 1989a). Tous les facteurs réduisant le développement d'un système racinaire robuste (faible épaisseur de sol, présence d'un alios ou d'un horizon engorgé, d'une nappe d'eau superficielle, humidité ou saturation des horizons, texture à faible cohésion...) renforcent la formation des chablis. Un profil de risque suivant la sensibilité des situations rencontrées devra être dressé pour les principaux types de peuplement et de stations forestières françaises touchées par les dernières tempêtes.

Chaque arbre présente une résistance différente en relation avec l'espèce (forme du houppier, type de système racinaire, propriétés mécaniques du bois...) et l'histoire de sa croissance. Un profil de risque des essences est notamment dressé par Bouchon (1987). Nul doute qu'il sera complété et discuté à l'avenir, et surtout enrichi par les résultats d'expérimentations.

À l'échelle du peuplement forestier, la densité, la hauteur et l'âge conditionnent la résistance aux tempêtes (Bouchon, 1987 ; Otto, 1998). Les pratiques sylvicoles qui contrôlent la densité et l'élancement des peuplements ainsi que l'inadaptation des essences aux stations peuvent prédis-

poser, déclencher ou renforcer l'impact d'une tempête (Schütz, 1990 ; Otto, 1998 ; Dhôte, 2000) et notamment initier un effet "château de cartes".

## De la résilience

La résilience est communément définie comme la capacité d'un écosystème à auto-réparer naturellement les modifications qu'une perturbation provoque, à un moment donné, à sa biodiversité, sa structure et son fonctionnement. C'est une propriété écologique intrinsèque de chaque écosystème, dont l'expression dépend de la sévérité de la perturbation, de la biodiversité de l'écosystème avant perturbation et des perturbations additionnelles subies (exploitation et débardage par exemple). Le concept trouve notamment une illustration sylvicole très concrète dans la problématique de la régénération naturelle.

Diverses recherches descriptives et fonctionnelles ont été entreprises après chablis, dans des conditions soit réelles (voir synthèse dans Schaetzl *et al.*, 1989b), soit expérimentales (Carlton et Bazzaz, 1998). Les résultats obtenus ont quantifié les changements dans la disponibilité de la lumière, l'eau, la matière organique, les ressources minérales, le carbone, le bois mort au sol... L'adéquation du matériel végétal disponible (graine, semis, rejets, sous-étage) à ces nouvelles conditions du milieu perturbé détermine la résilience de l'écosystème et décide du succès et de la vitesse de la régénération du boisement.

En forêt naturelle, l'hétérogénéité des conditions écologiques s'accroît significativement après tempête. Les "galettes" de racines des arbres renversés créent des microsites rajeunis en monticules et en creux sur une partie réduite de la surface. Ceux-ci côtoient des zones ouvertes au sol intact, qui peuvent être rapidement colonisées par les arbres, les fougères, les graminées et autres plantes adventices, et des zones à couvert forestier intact encore fermé. À moyen terme, la décomposition des troncs des arbres renversés constitue des microsites supplémentaires importants pour la régénération (Schaetzl, 1989b). À court terme, cette hétérogénéité de microsites est favorable à l'installation et à la croissance d'espèces pionnières de pleine lumière et de sol brut, comparativement plus pauvres et secs (Pin, Bouleau...). L'exploitation et le débardage des bois, en remuant de façon supérieure et homogène les premiers horizons du sol, favorisent l'installation de ces espèces sur une plus grande surface (Fisher, 1992). Enfin, en bordure, dans les petites trouées et dans les zones forestières intactes, les espèces d'ombre s'avèrent plus compétitives (Pontailier *et al.*, 1997 ; Peterson et Pickett, 1991, 1995 ; Carlton et Bazzaz, 1998).

Ce cadre général est à moduler au cas par cas suivant les caractéristiques passées de la forêt (sylviculture) et la taille des trouées créées. D'autre part, il faut noter que les conditions écologiques locales évoluent rapidement dans la décennie qui suit la tempête (évolution des ressources, compétition, ombrage, pool de semences). Le potentiel de régénération sera ainsi d'autant plus fort et rapide que le matériel végétal disponible localement au moment de la tempête (exprimé en sous-bois ou potentiel, comme les arbres semenciers) est diversifié et adapté à l'une de ces conditions locales. Une diversité du boisement avant perturbation permet l'expression pleine et entière de la résilience de l'écosystème, alors qu'un boisement appauvri sur une vaste surface la réduit fortement.

Enfin, peu de recherches ont été menées pour documenter la résilience des communautés non ligneuses. Pourtant, la réponse des communautés d'oiseaux, insectes, chauves-souris... communes ou d'intérêt patrimonial est tout aussi importante pour la conservation de la biodiversité que pour la régénération forestière elle-même (exemple des oiseaux disséminateurs, des rongeurs, des ongulés, des prédateurs des espèces de scolytes).

### Les tempêtes : un rôle moteur dans l'écosystème

En résumé, les perturbations constituent des événements susceptibles d'orienter fortement les processus structurant la biodiversité et le fonctionnement d'un écosystème forestier naturel (Schaetzel *et al.*, 1989a ; Pickett *et al.*, 1989), y compris les plus violentes et peu fréquentes. La genèse des chablis par les tempêtes est le processus le plus évident de la dynamique physique des sols (Schaetzel *et al.*, 1989a). Ce processus est actif dans la plupart des forêts du globe et construit la microtopographie classique en creux et en monticules des forêts naturelles. Quant aux volis individuels (ou par petits bouquets), ils imitent approximativement la mort naturelle d'un arbre, créant au bout de quelques années les mêmes types d'habitats et de cavités utiles à la vie de la faune (rapaces, chauves-souris arboricoles, insectes saproxylophages, mousses...).

Les tempêtes sont en grande partie à l'origine de l'hétérogénéité et de la répartition en mosaïque des arbres (Schaetzel *et al.*, 1989b), dont on connaît l'importance en terme de conservation de la biodiversité notamment. Chablis comme volis, par l'ouverture régulière de trouées, bouleversent les conditions écologiques (entrée plus forte de la lumière), créent en forêt naturelle des conditions très favorables à la minéralisation de la matière organique et aident ainsi à la germination et au renouvellement du boisement.

### À la recherche de références françaises : les réserves intégrales de Fontainebleau

Un tour du monde rapide des forêts et des tempêtes (Vallauri, 2000a,b) montre les grandes disparités de connaissances et de modifications de la gestion en fonction des pays. Les forêts boréales et tempérées du continent nord-américain ainsi que les forêts tropicales présentent la vision écologique la plus détaillée.

En France, les petites réserves intégrales de la Tillaie et du Gros-Fouteau, en Forêt domaniale de Fontainebleau, sont les rares sites où l'on possède des données scientifiques à long terme sur le fonctionnement strictement naturel d'une forêt de plaine. Le rôle des tempêtes dans la dynamique de la forêt y a été étudié. Les recherches entreprises dès les années 1960 par l'équipe du professeur Lemée de l'Université d'Orsay (résumé dans Pontailier *et al.*, 1997) montrent le rôle fonctionnel prépondérant des tempêtes dans la dynamique de l'écosystème hêtraie.

À Fontainebleau, la fréquence des perturbations est régulière, avec environ une tempête majeure tous les 25-30 ans (1938, 1967 et 1990 pour ce siècle). La moitié des tempêtes ont lieu entre novembre et janvier. Elles proviennent généralement de l'ouest en relation avec les dépressions atlantiques. Les effets locaux des turbulences sont importants pour comprendre les dégâts forestiers. Les arbres (Hêtres et Chênes) sont vulnérables au vent à partir d'environ 95-100 km/h et sévèrement endommagés au-delà de 115-120 km/h (Pontailier *et al.*, 1997). Chaque tempête majeure casse ou renverse entre 2,7 et 21,2 arbres vivants ou sénescents par ha, en majorité des hêtres de diamètre à 1,30 m compris entre 35 et 85 cm. Chaque événement est ainsi la cause en quelques heures d'une mortalité très supérieure à son taux moyen annuel. Les tempêtes majeures ont principalement pour conséquences une sélection des arbres par bouquet et l'ouverture constante d'une myriade de petites trouées (taille moyenne 175 m<sup>2</sup>), représentant entre 4,5 et 20,6 % de la surface de la forêt après chaque tempête majeure.

Aucune des tempêtes vécues depuis un siècle n'a mis en péril le devenir de la forêt. L'élargissement des houppiers (en cas de chute d'un arbre isolé), la croissance des jeunes arbres latents dans les strates inférieures ou les rejets (cas de petites trouées ombragées) et la régénération naturelle par graines (cas de grandes trouées) referment le couvert forestier en moins de 15 ans. Par ce rythme des tempêtes, une fraction minimale égale à 2,5 % de la surface totale est main-

tenue constamment en milieu ouvert intra-forestier. Ces clairières naturelles sont très favorables à la biodiversité.

Compte tenu du régime actuel des tempêtes, le renouvellement se réalise au profit des essences d'ombre comme le Hêtre. L'extension forte des arbres de lumière (Pin sylvestre, Bouleau, Chêne) semble n'être possible qu'à la faveur d'une perturbation de magnitude et de surface exceptionnelles (tempête ou incendie naturel). De même, la colonisation du sous-bois par la fougère, la ronce et les graminées est passagère. Le maintien (ou le rétablissement rapide) de la canopée au-dessus des petites trouées maîtrise les conditions d'ombrage et ainsi contrôle le développement du cortège des espèces de pleine lumière. Celles-ci sont généralement très compétitives en plein découvert ou lors d'une coupe forestière par parcelle entière et sont parfois une source de blocage de la régénération pendant quelques années.

### **« OUI, MAIS... NOUS AVONS MANGÉ NOS FORÊTS NATURELLES ! »**

Le fonctionnement naturel des forêts remet en perspective le caractère catastrophique (en termes d'écologie) des dégâts des tempêtes. Toutefois, les forêts ont beaucoup changé sous les actions séculaires des sociétés humaines et les forêts naturelles ont presque disparu en Europe (Halkka *et al.*, 2001). Bien sûr, en France, les facteurs de surexploitation des matières produites par la forêt n'existent plus. Toutefois, en suivant l'analyse européenne sur la gestion durable des forêts du WWF (Sollander, 1999), la France présentait — avant les tempêtes — un bilan forestier mitigé. On retiendra, principalement pour la France, des points très positifs :

- une surface importante de forêts, 26 % du territoire métropolitain (14,6 millions d'hectares), en expansion quantitative constante depuis plus d'un siècle ;
- une bonne prise en compte du rôle de protection des forêts contre les risques naturels (érosion, avalanches) ;
- un bon équipement des forêts bénéficiant du régime forestier pour accueillir le public et répondre à la fonction récréative.

Mais par contre :

- des forêts qualitativement artificialisées et simplifiées en terme d'essences, de structures, et du fait des pratiques d'entretien. Certains éléments de structure très favorables à la conservation de la biodiversité, comme les forêts irrégulières ou d'essences mélangées, les très vieux peuplements, les arbres morts, les milieux associés (mares, tourbières, bords de cours d'eau, lisières, clairières)... ne sont plus que faiblement représentés (voir données dans DERF, 2000) ;
- certaines pratiques de la sylviculture sont mal adaptées aux perturbations naturelles. Le traitement en futaie régulière, les peuplements monospécifiques, parfois l'inadaptation des essences de reboisement artificiel aux types de stations... peuvent fragiliser la résistance à la perturbation, mais surtout diminuent fortement la résilience de l'écosystème ;
- la surface des forêts naturelles est négligeable (0,05 % du territoire forestier potentiel est "peu" perturbé par l'homme, c'est-à-dire non exploité depuis — seulement — 50 ans ; DERF, 2000). La protection intégrale de ces lambeaux est faible.

Aujourd'hui, les tempêtes sont l'occasion de faire évoluer la gestion, en utilisant des principes simples dérivés des connaissances modernes du fonctionnement de l'écosystème forestier.

## QUELQUES PRINCIPES PRATIQUES POUR LES FORÊTS FRANÇAISES

« *Rien n'est permanent sauf le changement* » (Héraclite, 500 av. J.-C.)

L'écosystème forestier est dynamique. Par définition, par nature. Les tempêtes sont un des moteurs principaux de son fonctionnement comme de son évolution naturelle. Il est illusoire, inutile et dangereux de lutter contre cette nature changeante. Il n'est donné qu'aux cieux de réduire le régime naturel des tempêtes. De plus, dans la perspective du changement climatique global, en relation avec la perturbation humaine "effet de serre", une augmentation de la fréquence des tempêtes est avancée par certains scientifiques.

Quelle marge de manœuvre possède donc le gestionnaire forestier compte tenu de ces réalités incontournables et de ses besoins d'aménagement ?

— Construire des forêts plus résistantes ? Choisir partout le "Chêne" plutôt que le "Roseau" ? Pas sûr, la fable nous enseigne d'ailleurs le contraire. Toutefois, des progrès sont possibles dans des limites strictes dictées par la résistance naturelle au vent d'une forêt.

— Anticiper les tempêtes pour réduire les effets négatifs, en améliorant la résilience de l'écosystème ? Certainement. En rendant à nos forêts les caractéristiques (biodiversité, irrégularité des âges, hétérogénéité spatiale) qui font la durabilité des paysages forestiers naturels, le forestier évitera des blocages potentiels au cours de la régénération naturelle et économisera une partie des fortes dépenses des reboisements artificiels. Ne vaut-il pas mieux affiner les soins quotidiens apportés à nos forêts (en assumant collectivement les éventuels surcoûts), plutôt que de payer cher et plusieurs fois par siècle le coût de leur reconstitution ?

Toutefois, il ne s'agit pas de définir une gestion pour des forêts « *uniquement moins vulnérables aux tempêtes* », comme on a tenté de le faire par le passé avec une gestion pour des forêts « *produisant uniquement du bois* ». Tout d'abord, les perturbations naturelles (aléas) sont multiples, même si localement certaines s'expriment avec plus d'acuité. Une approche multi-aléas (tempêtes, incendies naturels, sécheresse, gel, pullulations d'insectes ravageurs...) est indispensable. Elle doit prendre également en compte les perturbations d'origine humaine (pollutions par exemple) qui s'ajoutent aux perturbations naturelles et diminuent la durabilité des forêts. Car, enfin, n'oublions pas l'essentiel, les objectifs de la gestion. L'ambition première de la politique forestière moderne est de mettre en œuvre une gestion forestière durable et multifonctionnelle (Loi 2001-602 d'orientation sur la forêt du 6 juillet 2001). Pour cela, elle doit avant tout être capable de concilier efficacement les multiples services rendus par la forêt, production de bois, protection des eaux et des sols, récréation, conservation de la biodiversité.

### Connaître et intégrer le régime des perturbations naturelles

Le régime de perturbations naturelles est essentiel pour mettre en œuvre une véritable gestion des écosystèmes forestiers (Rogers, 1996 ; Larsen, 1995). Cette démarche s'appuie à profit sur une connaissance écologique fonctionnelle suffisante des différentes perturbations potentielles sur un territoire donné. De façon très pragmatique et hors réserve intégrale, il s'agit d'intégrer les perturbations et leurs conséquences pour esquisser leurs effets néfastes et anticiper les éventuels freins à la reconstitution (difficultés de régénération, dégât d'ongulés, incendies, envahissement par les adventices...).

En France, le régime des tempêtes est encore mal connu, mais il semble important de retenir quelques premières idées dès à présent :

— la quasi-totalité de la France peut subir de fortes tempêtes. Il semble que peu de régions françaises échappent à des vents de forte intensité, même si leur fréquence est variable. Ouverte

sur les dépressions océaniques, les forêts de plaine de l'écorégion atlantique sont particulièrement exposées aux tempêtes venant de l'ouest, alors que la vallée du Rhône et la façade méditerranéenne sont exposées à des vents forts mais plus réguliers. Quant aux zones de montagnes, la tempête de "foehn" est un phénomène régional fréquent dans les Alpes ;

— les tempêtes sont fréquentes dans la vie des forêts. Les tempêtes paraissent être des événements peu fréquents à l'échelle de temps humaine pour une région donnée, mais elles sont fréquentes au regard de la longue durée de vie d'un arbre (en général plusieurs siècles). Chaque peuplement y est potentiellement confronté plusieurs fois dans sa vie ;

— les forêts résineuses artificielles de plaines sont plus vulnérables. La grande majorité des tempêtes françaises a lieu entre septembre et avril, les mois de novembre, décembre et février à eux trois représentant plus de la moitié (Doll, 1988 *in* Carbiener, 1995). Face à cette saisonnalité marquée, les peuplements résineux présentent le très net facteur prédisposant d'être en feuilles à ces périodes, ce qui augmente significativement leur prise au vent et donc leur vulnérabilité. Une analyse globale est à réaliser en intégrant d'autres facteurs aggravants de cette saisonnalité, comme l'engorgement des sols par l'eau.

L'ensemble de ces faits doit être pris en compte pour modifier la sylviculture (choix des essences, traitement, date et régime des éclaircies) et l'aménagement (taille des parcelles, rotation et localisation des coupes).

### **Réduire les perturbations anthropiques**

Parallèlement, il est également nécessaire de réduire l'impact des perturbations humaines qui fragilisent les écosystèmes forestiers. Parmi d'autres perturbations, les choix techniques de la sylviculture et de l'aménagement forestier doivent être faits en connaissance de leur impact écologique et des éventuelles solutions techniques alternatives (Carbiener, 1995 ; Otto, 1998).

Les vifs débats sur la stabilité des forêts face aux tempêtes du fait de la sylviculture pratiquée montrent bien la faiblesse des connaissances scientifiques. Les sylvicultures alternatives (futaie mélangée ou irrégulière) n'ont pas été suffisamment étudiées, en particulier dans ce domaine clé, pour pouvoir trancher la question (Bouchon, 1987 ; Dhôte, 2000).

En ce qui concerne plus largement l'impact de la perturbation "pratiques sylvicoles actuelles" sur la biodiversité des forêts, les données manquent également cruellement en France. Certains auteurs nous montrent pourtant la voie à suivre pour mieux évaluer, réduire et suivre à long terme l'impact des pratiques forestières sur la biodiversité (entre autres exemples : Bergeron et Harvey, 1997 ; Niemelä, 1999 ; Lindenmayer, 1999).

### **Imiter de beaucoup plus près la nature**

« *Imiter la nature, hâter son œuvre* ». C'est la noble mission traditionnelle du forestier depuis le début du XIX<sup>e</sup> siècle et formulée en 1862 par Parade, alors directeur à l'École impériale forestière de Nancy. À cette époque, l'écologie n'existait pas et les forestiers étaient fréquemment de fait à l'avant-garde de la connaissance et de la protection du patrimoine naturel. Toutefois, à l'aube du XXI<sup>e</sup> siècle, nous avons vu que les connaissances ont très largement évolué et bien des progrès sont encore à entreprendre pour affirmer que l'aménagement des forêts et les sylvicultures s'inspirent toujours des connaissances modernes sur le fonctionnement écologique de la forêt.

La diversité des essences est un plus vers une résistance optimale (résistance différentielle des essences, adaptation au milieu). Bien sûr, pas n'importe quel mélange contre nature. Doubler la diversité des arbres en plantation en mélangeant de l'Épicéa à un peuplement monospécifique

et équienne de Pin sylvestre sur des sols peu cohérents n'augmentera en rien la stabilité du peuplement. Bien au contraire (exemple dans Dhôte, 2000). Le choix des essences doit, plus que jamais, être tout d'abord le résultat d'une analyse des potentialités naturelles des stations, et tenant compte des facteurs prédisposant aux chablis.

La biodiversité est l'une des garanties majeures d'une résilience maximale après tempête. L'expression de différentes strates, la présence en mélange d'essences de comportements écologiques variés (même en faible proportion pour les pionnières, à la faveur de clairières intra-forestières, de lisières), la diversité de la faune (exemple : oiseaux vecteurs de dissémination)... sont autant de moyens d'éviter les lenteurs de régénération des espèces objectifs en plein découvert et ainsi le développement concurrentiel de plantes adventices gênantes sur de grandes surfaces.

Une sylviculture irrégulière adaptée est possible pour la majorité des essences principales, l'alternative s'avérant également économiquement intéressante lorsqu'elle est rigoureusement étudiée (Tarp *et al.*, 2000 sur le Hêtre). Au niveau de l'aménagement, la délimitation et la gestion des parcelles tiennent encore trop rarement compte du paysage écologique (l'imbrication des stations, les effets de relief, les connections).

### ... hâter son œuvre ? Du bon sentiment au piège ?

Un document spécial a été consacré à la stratégie et aux tactiques pour recréer les forêts endommagées par les tempêtes (Vallauri, 2000c ; WWF *et al.*, 2000). Notons simplement ici le souci de ne pas, dans l'urgence et par précipitation, apporter des fausses réponses à un vrai problème : après les chablis de décembre 1999, quelles forêts voulons-nous faire renaître pour nos enfants ? Autant dire clairement les idées fausses qui circulent dans ce débat aujourd'hui :

- **l'obligation d'intervenir pour exploiter** et débarder l'intégralité des bois, nettoyer les parcelles et "remettre en état" (de champs !) les sols avant de vite replanter ;

- **l'obligation de reboiser artificiellement**, sans attendre une éventuelle régénération naturelle. Cette démarche doit être fondée sur une analyse étayée de la probabilité d'échec de la régénération naturelle. Si l'on sait débarder les bois avec un minimum d'impact sur le sol, la régénération naturelle s'installera, en général, d'autant plus facilement que la trouée est petite et que la diversité des essences, du sous-bois, des lisières et de la banque de semis latents est forte ;

- **l'intensification de la sylviculture** pour récolter plus vite les bois et éviter les dégâts entre deux tempêtes. Le raccourcissement des âges d'exploitabilité et l'exploitation dès que possible au-delà d'une limite de vulnérabilité aux tempêtes évaluée à environ 15 mètres de hauteur pour les résineux et 25 mètres pour les feuillus sont évoqués. Cette gestion est contraire à beaucoup des autres objectifs d'une gestion durable. La France forestière, encore plus après les tempêtes, a bien au contraire cruellement besoin de vieilles forêts pour accueillir randonneurs, chasseurs et faune d'intérêt patrimonial.

## CONCLUSIONS : POUR UNE GESTION DE L'ÉCOSYSTÈME FORESTIER

Bien qu'ébauchée par Barthod (1994) pour la Direction des Forêts du ministère de l'Agriculture, la réflexion sur l'intégration des perturbations à la gestion forestière reste un chantier très largement à réaliser. Malgré l'expertise INRA/Cemagref (Drouineau *et al.*, 2000a,b), les lacunes de connaissance sur les écosystèmes forestiers demeurent grandes. Cette situation contraste avec

les connaissances théoriques et les actes de gestion initiés et/ou étudiés par d'autres grands pays forestiers, conduisant, entre autres exemples :

— à une politique, écologiquement maîtrisée, de non exploitation après tempête (exemple dans le parc naturel d'Adirondak dans l'État de New-York en 1995, après une tempête ayant touché près de 392 000 ha de forêts en réserve naturelle et en propriété privée ; Robinson et Zappieri, 1999) ;

— à une intégration, modulation et suivi de l'impact des perturbations et autres facteurs de la dynamique forestière dans le plan d'aménagement de la forêt (Bergeron et Harvey, 1997 ; Coates et Burton, 1997 pour ne citer que quelques exemples).

Il est nécessaire de réduire ce retard de connaissances pénalisant l'adaptation de nos méthodes de gestion aux contextes écologiques et de propriété des régions forestières françaises (les extrapolations hors contexte écologique sont dangereuses, même si la mise en perspective est toujours enrichissante). Pour cela, il est nécessaire, nous l'avons vu, d'étudier plus finement, la productivité, la biodiversité, le fonctionnement et la dynamique des forêts en conditions naturelles, de même qu'il faut quantifier les régimes de toutes les perturbations et les seuils de résistance et résilience de nos écosystèmes.

Or, la protection et la recherche sur la dynamique des forêts naturelles font défaut en France. De multiples justifications éthiques, culturelles et scientifiques soutiennent la constitution d'un réseau cohérent de conservation des forêts, connecté et représentatif de la biodiversité naturelle. Après les récentes tempêtes, l'intérêt technique de ce réseau d'écosystèmes de référence pour le gestionnaire forestier est aujourd'hui plus évident que jamais. Sur ces forêts, représentatives des régions et évoluant naturellement, il serait possible de tirer l'expérience nécessaire à renouveler, par itérations successives et sans cesse, une gestion forestière plus proche de la nature.

Daniel VALLAURI  
Chargé de programme Restauration des forêts  
WWF-FRANCE  
188, rue de la Roquette  
F-75011 PARIS  
(dvallauri@wwf.fr)

## BIBLIOGRAPHIE

- BARTHOD (Ch.). — Perturbations, dynamiques naturelles et projets sylvicoles. — *Comptes rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France*, vol. 80, n° 7, 1994, pp. 119-128.
- BERGERON (Y.), HARVEY (B.). — Basing silviculture on natural ecosystem dynamics : an approach applied to the southern boreal mixedwood forest of Quebec. — *Forest Ecology and Management*, vol. 92, n° 1-3, 1997, pp. 235-242.
- BOUCHON (J.). — État de la recherche relative aux dégâts forestiers dus aux tempêtes. — *Revue forestière française*, vol. XXXIX, n° 4, 1987, pp. 301-312.
- CARBIENER (D.). — L'Arbre qui cache la forêt. — Aix-en-Provence : Edisud, 1995.
- CARLTON (G.C.), BAZZAZ (E.A.). — Ressource congruence and forest regeneration following an experimental hurricane blowdown. — *Ecology*, vol. 79, n° 4, 1998, pp. 1305-1319.
- COATES (K.D.), BURTON (P.J.). — A gap-based approach for development of silvicultural system to address ecosystem management objectives. — *Forest Ecology and Management*, vol. 99, n° 3, 1999, pp. 339-356.

- DERF. — Les critères et indicateurs de gestion durable des forêts françaises. — Paris : Ministère de l'Agriculture, 2000. — 130 p.
- DHÔTE (J.-F.). — Composition, structure et résistance des peuplements. *In* : Les écosystèmes forestiers dans la tempête / J.-C. Bergonzini, O. Laroussinie Eds. — Paris : Ministère de l'Agriculture, 2000. — pp. 101-116.
- DROUINEAU (S.), LAROUSSINIE (O.), BIROT (Y.), TERRASSON (D.), FORMERY (T.), ROMAN-AMAT (B.). — Expertise collective sur les tempêtes, la sensibilité des forêts et sur leur reconstitution. — *Courrier de l'Environnement de l'INRA*, n° 41, octobre 2000a, pp. 57-77.
- DROUINEAU (S.), LAROUSSINIE (O.), BIROT (Y.), TERRASSON (D.), FORMERY (T.), ROMAN-AMAT (B.). — Expertise collective sur les tempêtes, la sensibilité des forêts et sur leur reconstitution. — *Dossier de l'Environnement de l'INRA*, n° 20, 2000b, 200 p.
- ENNOS (A.R.). — Wind as an ecological factor. — *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 12, n° 3, 1997, pp. 108-111.
- FISHER (A.). — Long term vegetation development in Bavarian mountain forest ecosystems following natural destruction. — *Vegetatio*, 103, 1992, pp. 93-104.
- FORMERY (Th.). — Reconstitution des forêts après les tempêtes : l'avis des experts. — *Forêt-Entreprise*, n° 135-5, 2000, pp. 12-16.
- HALKKA (A.), LAPPALAINEN (L.), KARJALAINEN (H.) Eds. — La Protection des forêts en Europe. — Rapport WWF, 2001. — 36 p.
- LARSEN (J.B.). — Ecological stability of forests and sustainable silviculture. — *Forest Ecology and Management*, vol. 73, 1995, pp. 85-96.
- LINDENMAYER (D.B.). — Future directions for biodiversity conservation in managed forests : indicator species, impact studies and monitoring programs. — *Forest Ecology and Management*, vol. 115, n° 2-3, 1999, pp. 277-287.
- MORTIER (F.). — Reconstitution des forêts après tempêtes. — Paris : ONF, 2002. — 76 p.
- NIEMELA (J.). — Management in relation to disturbance in the boreal forest. — *Forest Ecology and Management*, vol. 115, n° 2-3, 1999, pp. 127-134.
- OTTO (H.J.). — Écologie forestière. — Paris : Institut pour le Développement forestier, 1998. — 397 p.
- OTTO (H.J.). — Expériences sylvicoles après des ouragans catastrophiques. Regards dans le passé en Basse-Saxe. — *Revue forestière française*, vol. LIII, n° 3, 2000, pp. 223-238.
- PARADE (A.). — Reboisement des montagnes, région Alpes. — Nancy : Raybois Imprimerie, 1862. — 12 p.
- PETERSON (C.J.), PICKETT (S.T.A.). — Forest reorganization : a case study in an old-growth forest catastrophic blowdown. — *Ecology*, vol. 76, 1995, pp. 763-774.
- PETERSON (C.J.), PICKETT (S.T.A.). — Treefall and resprouting following catastrophic windthrow in an old-growth hemlock-hardwoods forest. — *Forest Ecology and Management*, vol. 42, n° 3-4, 1991, pp. 205-217.
- PICKETT (S.T.A.), KOLASA (J.), ARMESTO (J.J.), COLLINS (S.L.). — The ecological concept of disturbance and its expression at various hierarchical levels. — *Oikos*, vol. 54, 1989, pp. 129-136.
- PONTAILLER (J.Y.), FAILLE (A.), LEMÉE (G.). — Storms drive successional dynamics in natural forests : a case study in Fontainebleau forest (France). — *Forest Ecology and Management*, vol. 98, n° 1, 1997, pp. 1-15.
- RIOU NIVERT (Ph.), PAILLASSA (E.). — Reconstitution des forêts après les tempêtes : l'avis des praticiens. — *Forêt-Entreprise*, n° 135-5, 2000, pp. 5-11.
- ROBINSON (G.), ZAPPIERI (J.). — Conservation policy in time and space : lessons from divergent approaches to salvage logging on public lands. — *Conservation Ecology* [online] vol. 3, n° 1, 1999, p. 3. Available from the internet <http://www.consecol.org/vol3/iss1/art3>
- ROGERS (P.). — Disturbance ecology and forest management : a review of the litterature. — *USDA Forest Service Intermountain Research Station, report INT-GTR-336*, 1996, 17 p.
- SCHAETZL (R.J.), JOHNSON (D.L.), BURNS (S.F.), SMALL (T.W.). — Tree uprooting : review of terminology, process and environmental implications. — *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 19, 1989a, pp. 1-11.
- SCHAETZL (R.J.), JOHNSON (D.L.), BURNS (S.F.), SMALL (T.W.). — Tree uprooting : review of impacts on forest ecology. — *Vegetatio*, vol. 79, 1989b, pp. 165-176.
- SCHÜTZ (J.-P.). — Sylviculture. 1. Principe d'éducation des forêts. — Lausanne : Presses de l'Institut Polytechnique Universitaire, 1990. — 243 p.
- SOLLANDER (E.) (coord.). — WWF European forest scorecards 2000. — Gland (Switzerland) : WWF, 1999. — 77 p.

- SOUSA (W.P.). — The role of disturbance in natural communities. — *Annual Review of Ecological Systematics*, vol. 15, 1984, pp. 353-391.
- TARP (P.), HELLES (F.), HOLTEN-ANDERSEN (P.), LARSEN (J.B.), STRANGE (N.). — Modelling near-natural silvicultural regimes for beech – an economic sensitivity analysis. — *Forest Ecology and Management*, vol. 130, 2000, pp. 187-198.
- VALLAURI (D.). — Références scientifiques (français, anglais, allemand) sur une perturbation écologique des forêts : les tempêtes. Rapport bibliographique. — Paris : WWF-France, 2000a. — 31 p.
- VALLAURI (D.). — Une perturbation écologique des forêts : les tempêtes. Recherches bibliographiques. — Paris : WWF-France, 2000a. — 32 p.
- VALLAURI (D.). — Si la forêt s'écroule... Quels fondements pour la gestion forestière française après les tempêtes ? Rapport scientifique. — Paris : WWF-France, 2000b. — 26 p. (Consultable également sur <http://www.wwf.fr>).
- VALLAURI (D.). — Recréer les forêts ? Une vision écologique pour soutenir une stratégie de restauration après les tempêtes. — Paris : WWF-France, 2000c. — 24 p. (Consultable également sur <http://www.wwf.fr>).
- VALLAURI (D.), SCHWOEHRER (C.). — Recréer la forêt ? Une vision écologique pour soutenir une stratégie de restauration après les tempêtes. Rapport scientifique. — Paris : WWF-France, 2000. — 24 p. (Consultable également sur <http://www.wwf.fr>).
- WWF, FNE, RNF, GREENPEACE. — Charte partenariale pour la restauration des forêts après tempêtes. — Paris, septembre 2000. — 6 p. (Consultable également sur <http://www.wwf.fr>).

---

#### **SI LA FORÊT S'ÉCROULE... QUELLE GESTION FORESTIÈRE FRANÇAISE APRÈS LES TEMPÊTES ? [Résumé]**

Cet article passe d'abord en revue les connaissances internationales relatives à l'impact écologique des tempêtes sur les forêts. Pour le scientifique, les tempêtes constituent une perturbation écologique. Dans des conditions strictement naturelles, loin de mettre en péril l'écosystème forestier, elles constituent l'un des moteurs du fonctionnement écologique, garantissant la conservation de la biodiversité dans une perspective évolutive. Toutefois, nos forêts ont été très largement modifiées par l'action humaine, altérant leur résistance et leur résilience (capacité à s'auto-renouveler). De plus, la gestion forestière actuelle tient peu compte des perturbations naturelles dans l'aménagement ou la sylviculture. Une meilleure connaissance du régime des perturbations naturelles et humaines (exploitation, parfois la sylviculture, pollution) ainsi que de la capacité de cicatrization des forêts est nécessaire en France de façon à en tirer toutes les leçons sylvicoles. L'aménagement et la sylviculture doivent être renouvelés en imitant au plus près la nature. La diversité des espèces d'arbres, l'irrégularité des peuplements, l'adaptation à l'hétérogénéité spatiale, etc. doivent être largement promues pour répondre, dans un environnement changeant, aux enjeux modernes de gestion durable et multifonctionnelle de forêts à la fois vivantes et productives.

#### **IF THE FOREST COLLAPSES... HOW SHOULD FORESTS BE MANAGED IN FRANCE IN THE AFTERMATH OF THE STORMS ? [Abstract]**

The aim of this report is to review the available international literature on the ecological impact of storms on forests. Storms, from a scientific point of view, are an ecological disturbance. Far from endangering the forest ecosystem, storms are, under strictly natural conditions, one of the driving forces in ecological processes, making for biodiversity conservation in an evolutionary framework. Our forests, however, have been largely modified due to human uses, which has deteriorated their resistance and resilience (capacity for self-renewal). Moreover, current forest management and silvicultural practices do not take disturbances or assess their ecological consequences. A better understanding of 1) natural (storms, avalanches...) and human sources (forestry, pollution, fire) of disruption, 2) forest potential for recovery, are necessary in France to draw comprehensive conclusions for forestry purposes. Forest management and silvicultural practices must be reconsidered focussing on much closer imitation of natural processes. Tree species diversity, stand irregularity, landscape heterogeneity, etc. must be broadly promoted on in order to meet the modern challenges involved in sustainable, multipurpose management of productive, but vigorous forests in a continuously changing environment.