

# **Sensibilité des peuplements forestiers face aux dégâts du vent : influences conjointes de la station et de la structure sur la résistance de diverses essences forestières**

**par Laurent Bergès**

CEMAGREF  
Domaine des Barres, 45290, Nogent-sur-Vernisson.  
[laurent.berges@cemagref.fr](mailto:laurent.berges@cemagref.fr)

*Analyse de la bibliographie et intérêt de nos dispositifs actuels pour apporter de nouvelles connaissances.*

Il faut se garder de toute conclusion hâtive sur la sensibilité des essences et des peuplements au vent. Cette sensibilité doit être analysée en tenant compte des interactions possibles avec les conditions de sol (la station forestière), sans quoi il est facile de rejeter tous les maux sur une essence particulière ou un type de sylviculture. Un classement de la sensibilité des essences est possible, mais il faut tenir compte d'autres paramètres avant de tirer des conclusions plus fines. Le rôle du type de peuplement forestier et de la sylviculture (densité, surface terrière, structuration verticale, répartition des classes d'âges, niveau de mélange) dans la sensibilité des essences au vent est un domaine déjà bien étudié, mais la plupart des résultats concernent les plantations de résineux.

Les différentes tempêtes d'ampleurs exceptionnelles ont fait l'objet d'études statistiques pour estimer les dégâts et tirer des conclusions quant à la sensibilité des essences et des structures aux risques de chablis. Les auteurs mettent en garde les lecteurs contre toute utilisation abusive de ces résultats.

## **Historique des dégâts et tendances actuelles**

Un très intéressant travail de synthèse mené par Doll (1988) révèle l'augmentation significative de la fréquence et l'amplitude croissante des volumes abattus par les tempêtes depuis 1865. Riou-Nivert (1991a) s'interroge pour connaître la raison d'une telle augmentation. Y a-t-il plus de tempêtes depuis quelques décennies, ou bien les peuplements sont-ils plus fragiles ?

Riou-Nivert (1991a), sans écarter l'hypothèse de possibles bouleversements climatiques, revient sur la seconde hypothèse et relie l'augmentation des chablis à la proportion croissante des peuplements résineux dans les forêts de l'Europe centrale depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et à la part croissante de ces plantations dans nos forêts françaises depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale. Si la France a été épargnée jusqu'en 1982, c'est parce que les peuplements résineux artificiels étaient encore jeunes et n'étaient pas encore sensibles aux dégâts du vent (voir plus loin).

Nous ajouterons que si les dégâts de chablis augmentent et sont plus fréquents depuis 30 ans, c'est aussi parce que la surface forestière et le capital sur pied n'ont cessé d'augmenter depuis plus d'un

siècle, avec, pour le second point, l'abandon progressif du mode de traitement en taillis et du taillis sous futaie et la conversion massive des peuplements en futaie régulière. Une dernière raison à l'augmentation des chablis est la capitalisation plus ou moins importante dans les anciens taillis sous futaie depuis une trentaine d'années (abandon des coupes de taillis et vieillissement entraînant une régularisation des peuplements).

## Quelques notions sur la circulation de l'air dans les peuplements forestier

Quand le vent frappe la lisière, il en résulte une pression d'accumulation dont l'effet de freinage se fait sentir sur une certaine profondeur en deçà de la lisière. Du côté exposé au vent, la lame d'air est déviée vers le haut, on observe une élévation des turbulences au dessus de la forêt, et le profil du vent est soulevé. Au-dessus de la forêt et derrière elle, le vent est progressivement rabattu. Il se crée une aspiration, l'air étant aspiré hors de la forêt du côté sous le vent. La vitesse du vent augmente donc au-dessus de la lisière sous le vent, et il s'y forme une zone de fortes turbulences au ras de la canopée. C'est là que, par fortes tempêtes, les chablis sont les plus graves. Du côté au vent, à une distance égale à 2 fois la hauteur du peuplement, la vitesse du vent est freinée de 20%. Du côté sous le vent, le vent ne retrouve toute sa vitesse qu'à une distance correspondant à 20 fois environ la hauteur du peuplement (Otto, 1998).

## Influence de la période sur l'importance des dégâts potentiels

Selon Doll (1988), l'automne (septembre à novembre) et l'hiver (décembre à février) sont les périodes à risque au cours de l'année.

## Variabilité de la résistance des essences aux dégâts du vent

Un classement absolu et complet de la résistance au vent des différentes essences serait délicat à établir. Les auteurs notent de nombreuses contradictions dans l'ordre de résistance selon l'événement climatique. Les résineux sont en général plus touchés que les feuillus (Flohr, 1973) mais, comme la majorité des événements se produisent en hiver, la persistance du feuillage des résineux et la prise au vent qui en découle peut expliquer en grande partie leur plus forte sensibilité. Pourtant, les feuillus (chêne et hêtre) peuvent aussi subir de gros dégâts, comme ce fut le cas pour le hêtre lors de la tempête de 1990.

La résistance au vent dépend principalement du type de système racinaire. Parmi les 3 systèmes racinaires que l'on peut définir (traçant, pivotant ou système en cœur), il semble que le système le plus résistant soit le système en cœur (Schütz, 1990). En effet, alors qu'on pourrait penser que le

**Tableau I. Systèmes racinaires des arbres**  
(d'après Schütz, 1990)

Type de système racinaire	Essences
Traçant	épicéa, frêne, tremble
Pivotant	sapin, pin, (chêne)
En cœur	douglas, mélèze, hêtre, érable sycomore, chêne, bouleau, tilleul et charme

système pivotant permet un meilleur ancrage au sol de l'arbre, le facteur déterminant est davantage la pénétration racinaire oblique et la densité de chevelu racinaire que la profondeur de l'enracinement principal, parce que cela permet de fixer une quantité de terre importante. Or, l'arbre tient dans le sol beaucoup plus par le socle formé autour des racines fines, dont le poids est environ 8 fois celui de l'arbre, que par un effet d'ancrage (Schütz, 1990).

### **Tempête de 1958 dans les Vosges**

L'épicéa commun a mieux résisté que le sapin pectiné (Polge, 1960).

### **Tempête de l'hiver 1966 et 1967, en Suisse et en Estonie**

Selon Bazzigher et Schmid (1969), les essences les plus sensibles ont été l'épicéa et le sapin, et les moins sensibles, les érables, le mélèze, le douglas et le charme. En position intermédiaire, le bouleau, les chênes, le hêtre et les pins. Une étude menée par Etverk (1972) en Estonie montre que, sur le même type de station, l'épicéa a plus souffert que le pin et que le bouleau mais qu'il n'y a pas d'effet de l'espèce dominante (pin ou épicéa) sur le niveau des dommages.

### **Tempête des 6, 7 et 8 novembre 1982, dans le Limousin et l'Auvergne**

Trois essences se sont mieux comportés face au vent : le mélèze (d'Europe ou du Japon), le douglas et l'épicéa de Sitka. Les jeunes peuplements de sapin pectiné ont bien résisté au vent. En revanche, les pins laricio, les pins sylvestre et les sapins pectinés âgés, les sapins de Vancouver et les épicéas communs ont subi des dégâts importants.

### **Tempête du 15 octobre 1987, en Bretagne et en Normandie**

Le comportement des essences lors de cette tempête n'a pas fait l'objet d'étude statistique, mais selon Danguy Des Déserts *et al.* (1990), des observations éparses mais convergentes ont permis de confirmer la fragilité du hêtre, des peupliers (Robusta, I214) et du châtaignier, la bonne résistance du pin laricio et l'assez bonne résistance du douglas.

### **Tempête de janvier et février 1990, en Europe du Nord**

Alors que ce n'était pas le cas en 1982, les régions touchées en France ont permis d'apprécier la bonne résistance au vent du pin laricio, parce que, dans ces zones, les surfaces plantées avec cette essence étaient plus importantes mais aussi parce que davantage de peuplements étaient plus âgés. En Allemagne, le chêne pédonculé a été l'essence la moins touchée et l'épicéa a subi le plus de dégâts.

### **Résultats d'autres études**

De nombreuses études mettent en évidence la grande sensibilité de l'épicéa (Maluck, 1984). En Normandie, il semble que le sapin de Vancouver (*Abies grandis*) résiste mieux que le douglas aux coups de vent hivernaux. Les anglais considèrent que l'épicéa de Sitka est assez sensible et conseillent de l'exploiter tôt dans les stations ventées. Ils conseillent, par ailleurs, de ne planter le douglas que dans des stations saines et abritées. Depuis 1972, les Allemands considèrent que le douglas et le mélèze sont résistants au vent.

## Conclusions

L'analyse des dégâts des différentes tempêtes qui se sont produites au cours des 40 dernières années permet de tirer deux conclusions : certaines essences sont manifestement plus sensibles au vent (épicéa, pin sylvestre, hêtre, tremble, peuplier - au moins certaines variétés), tandis que d'autres résistent bien au vent (chêne) ; mais il reste quelques incertitudes pour certaines essences (pin laricio, douglas, mélèzes). En effet, les peuplements étaient trop jeunes lors des précédentes tempêtes pour conclure à une bonne ou mauvaise résistance.

## Influence des conditions de sol

Si le sol est relativement sec (cas de la tempête de novembre 1982), les arbres sont plus souvent brisés que renversés, et les dégâts de volis sont donc plus importants (Mayer, 1985 ; Becquey, 1986). En revanche, lorsque la tempête se produit après une période très pluvieuse (cas de la tempête de décembre 1999), les arbres sont plus facilement renversés, car les forces reliant l'appareil racinaire et le sol sont plus faibles. Bouchon (1987) note que le drainage des sols engorgés améliore la stabilité des peuplements.

En Allemagne, lors de la tempête de 1990, Dubbel *et al.* (1990) ont observé que les sols à engorgement temporaire ou les sols superficiels se sont révélés particulièrement dangereux pour l'épicéa. L'analyse des systèmes racinaires a révélé que la compacité du sol était un facteur très limitant pour l'enracinement, pour 72% des systèmes racinaires de l'épicéa, contre 51% pour le hêtre, 38% pour le pin sylvestre et seulement 27% pour le chêne. Si l'extension horizontale des racines est cruciale pour la croissance et la physiologie de l'arbre, le développement et l'état de santé des grosses racines latérales sous et près du tronc sont capitales pour l'ancrage de l'arbre au sol. Riou-Nivert (1991a) note que lors de la tempête de 1990, les peuplements de pins laricio sur sols engorgés, superficiel ou présentant un plancher argileux proche de la surface ont subi davantage de dégâts. La déformation sensible et l'atrophie du système racinaire d'une essence en conditions de sol défavorables augmente le risque de chablis. Les essences sont plus ou moins tolérantes aux contraintes physiques à l'enracinement (sols compacts mal structurés, à horizon induré, à roche dure proche de la surface, à engorgement superficiel). Tolérant mal les sols compacts mal aérés, le douglas, bien que normalement bien ancré, développe sur ces stations un ancrage très superficiel et devient ainsi une essence peu stable (Schütz, 1990).

En revanche, Heinrich (1991) rapporte que les hêtraies les plus touchées sont situées sur des stations mésotrophes à eutrophes, en position abritées du vent, c'est-à-dire dans les dépressions et sur les pentes. Sur ces stations, les conditions sont favorables et l'enracinement est dense, mais reste limité à un faible volume de sol, contrairement à des stations moins fertiles. De plus, la profondeur d'enracinement est réduite par la présence d'horizons compacts et/ou chargés en cailloux. Winterhoff *et al.* (1995) observent le même résultat : les dommages sont plus élevés sur les bonnes stations, où les hauteurs sont élevées mais où le système racinaire des arbres n'est pas très développé.

## Rôle de la sylviculture et du mode de traitement associé sur les risques de chablis

### Influence des caractéristiques dendrométriques

#### *Influence de la hauteur de l'arbre*

Pour une même essence, les dégâts sont moins élevés dans les peuplements jeunes dont la hauteur dominante est inférieure à 15 m. Au-delà, les peuplements sont plus sensibles (Richter, 1975 ; Brunig, 1973 ; Kohlstock et Lockow, 1981 ; Sheehan *et al.*, 1982 ; Touzet, 1983, Tourret, 1989 ; König et Baumler, 1994). Winterhoff *et al.* (1995) annoncent un seuil d'augmentation significative des dégâts de 10 m pour les résineux et de 25 m pour les feuillus suite aux dégâts de la tempête de 1990.

#### *Influence du facteur d'élancement du peuplement (Hg/Dg)*

Pour une même essence et une même hauteur dominante ( $H_o$ ), un arbre ou un peuplement est d'autant plus fragile que le facteur d'élancement  $H/D$  est élevé (Brunig, 1973 ; Sheehan *et al.*, 1982 ; Mayer, 1985 ; Becquey et Riou-Nivert, 1987). À partir de l'étude des chablis auvergnats de 1982 dans les peuplements réguliers de sapin pectiné et d'épicéa, Becquey et Riou-Nivert (1987) distinguent 3 « zones » correspondant à des domaines de stabilité différents, en fonction de la hauteur dominante ( $H_o$ ) et du facteur d'élancement moyen ( $Hg/Dg$ ) :

- *zone I « stable »* : les peuplements sont naturellement stables, quelle que soit l'intervention sylvicole pratiquée ( $H_o$  et  $H/D$  faibles). Il s'agit d'arbres trapus et/ou de faible hauteur, c'est-à-dire des peuplements jeunes ou très peu denses. Dans ces peuplements, la résistance au vent semble liée à la bonne tenue individuelle des tiges ;

- *zone II « peu stable »* : les dégâts subis sont beaucoup plus élevés dans les peuplements ayant subi une éclaircie récente que dans les peuplements fermés. Dans les peuplements éclaircis récemment, les dégâts sont d'autant plus forts que l'éclaircie a été forte. Les arbres ont des caractéristiques qui ne leur

permettent plus de résister individuellement au vent. Leur résistance est due à un effet « bloc » du peuplement, c'est-à-dire que les arbres s'appuient les uns sur les autres pour résister à l'énergie du vent. En cas d'ouverture du peuplement (suite à une éclaircie), l'effet « bloc » est supprimé et les arbres restants sont exposés au risque de chablis ;

- *zone III « instable »* : les peuplements ont subi des dégâts importants, qu'ils aient été éclaircis ou non ( $H_o$  et  $H/D$  élevés). C'est le cas des plantations à forte densité et laissées pendant longtemps sans intervention. Les peuplements ont des caractéristiques telles qu'ils ne peuvent résister au vent. Si le phénomène de chablis est amorcé, c'est tout le peuplement qui peut être ravagé d'un coup.

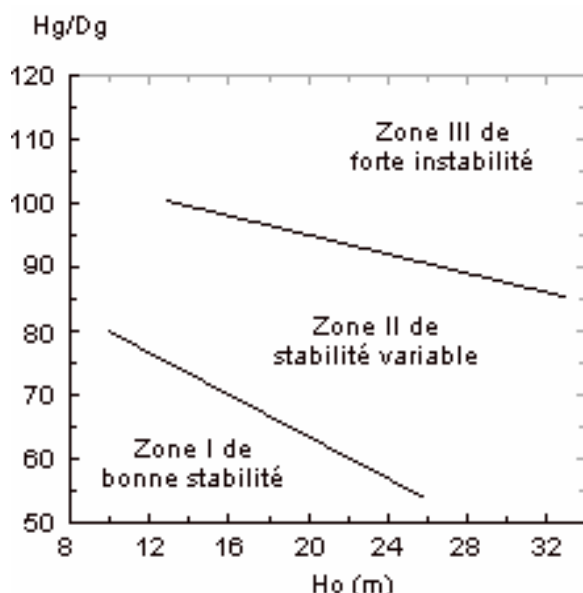


Figure 1. Représentation des différentes zones de stabilité définies en fonction du facteur d'élancement du peuplement ( $Hg/Dg$ ) et de sa hauteur dominante ( $H_o$ ) (cas des peuplements réguliers et monospécifiques de sapin pectiné et d'épicéa).

Preuhsler (1991) montre au contraire au sein d'un peuplement d'épicéa âgé de 87 ans que les dégâts se sont concentrés majoritairement sur

les arbres qui présentaient des rapports H/D bas et de larges houppiers.

#### *Influence de la densité*

Richter (1975) et Kohlstock et Lockow (1981) annoncent que les dommages sont d'autant plus importants que les peuplements sont peu denses. Selon Bouchon (1987), la densité de plantation ne semble pas avoir d'influence, du moins tant qu'on n'a pas fait d'éclaircie. En effet, les dégâts sont plus importants dans les peuplements éclaircis lorsque la densité avant éclaircie était forte. Touzet (1983) trouve que les dégâts sur l'épicéa commun augmentent lorsque la densité des peuplements augmente, mais diminuent ensuite lorsque la densité dépasse 2 500 tiges/ha. Selon Maccurrach (1991), la vulnérabilité des peuplements augmente avec l'espacement des tiges mais, au-delà d'un certain seuil d'espacement (établi à  $0,35 \times$  hauteur du peuplement), on observe un net gain de stabilité : l'ancrage racinaire ainsi que la forme de la tige s'améliorent.

#### **Influence de la date d'éclaircie et du type d'éclaircie**

Les peuplements sont d'autant plus fragiles qu'ils ont subi une éclaircie récente et forte (Richter, 1975 ; Kohlstock et Lockow, 1981 ; Bouchon, 1987 ; Riou-Nivert, 1991 ; Winterhoff *et al.*, 1995). De plus, les éclaircies en ligne (éclaircie systématique) dans les plantations augmentent sensiblement le risque de chablis. Mais, selon Touzet (1983), l'ampleur des dommages selon le type d'éclaircie croît dans l'ordre suivant : peuplements d'épicéas ayant subi 1-) des éclaircies systématiques, 2-) aucune éclaircie, et 3-) des éclaircies sélectives.

#### **Influence du mélange et du mode de traitement (régulier, irrégulier)**

Peu d'études statistiques sont disponibles pour conclure à un avantage significatif des peuplements irréguliers et mélangés sur les peuplements réguliers et monospécifiques. Otto (1998) synthétise les résultats obtenus dans diverses situations au cours des dernières décennies de la façon suivante. Le freinage du vent est considérable dans les futaies jardinées en comparaison de l'étage des troncs nus d'un peuplement régulier d'épicéas. Cependant, le freinage est moindre dans la futaie jardinée que dans un fourré d'épicéas ou un sous-étage dense et continu. Les futaies à bonne structuration verticale (inéquiennes et mélangées) ont plus d'effet de freinage de la force du vent que les peuplements purs non étagés. Il ne se produit pas d'effet de tuyère entre les troncs d'une futaie irrégulière par bouquets ou jardinée.

Lanier (1992) cite dans l'Emmenthal suisse qu'à la suite des tempêtes de 1967, 15% seulement de la possibilité annuelle (c'est-à-dire de la récolte) a été renversée dans les futaies irrégulières et mélangées, alors que les dégâts dans les peuplements purs et réguliers ont représenté 1,5 fois la récolte annuelle. Cela signifie que les arbres à houppiers développés de type réserve de taillis sous futaie sont capables de mieux résister. Mais, lors des tempêtes de 1990, la structure en taillis sous futaie n'a pas été épargné par les dégâts, puisque 900 000 m<sup>3</sup> ont été renversés dans le nord de la Meuse. Lupke *et al.* (1997) observent que les dégâts sont moindres dans les peuplements mélangés de hêtre-épicéa par rapport aux pessières pures. Winterhoff *et al.* (1995) affirment également que les hêtraies, pessières et pineraies sont plus résistantes au vent lorsqu'elles contiennent en mélange d'autres espèces, particulièrement des feuillus. Selon Becquey et Riou-Nivert (1986), il faut distinguer parmi les peuplements inéquiennes (a) les futaies irrégulières déséquilibrées, c'est-à-dire les vieux peuplements irrégularisés par trouées, qui sont souvent très fragiles, et (b) les futaies jardinées claires, qui présentent 3 avantages : une faible densité de gros bois (donc des tiges trapues), une végétation étagée, capable de disperser rapidement l'énergie cinétique du vent, et une pérennité assurée car les classes jeunes peu sensibles au vent survivront toujours, même en cas de chablis dans les gros bois.

## Conséquences pour la sylviculture

### Choix des essences

Selon Riou-Nivert (1991a), ce n'est pas parce que la tempête a produit des dégâts très importants qu'il faut modifier radicalement les orientations sylvicoles à venir. Il ne s'agit pas de remplacer systématiquement toutes les essences par celles qui sont plus résistantes au vent. Même s'il faut reconnaître que la sensibilité des essences au vent n'a jamais été un critère majeur dans le choix des essences par le passé, il importe de choisir une essence en hiérarchisant les critères de la façon suivante :

- 1 - respecter les contraintes stationnelles (climat moyen, sol, topographie) ;
- 2 - tenir compte de la production en volume sur le type de station ;
- 3 - prendre en compte la qualité du bois produit sur le type de station ;
- 4 - intégrer les facteurs de sensibilité aux risques phytosanitaires et au vent.

Cette démarche globale doit pouvoir intégrer une connaissance fine des interactions possibles entre types de stations, d'une part, et sensibilité conditionnelle aux attaques de champignons et d'insectes ou au vent. De plus, la sensibilité des essences sur un type de station peut aussi être dépendante de la sylviculture pratiquée (mélange, structure, rapport H/D, densité). Suite aux dégâts occasionnés à l'épicéa en 1990 dans le Bade-Wurtemberg, Erbacher (1985) conseille de développer dans le cadre d'une gestion durable, des peuplements mélangés de sapin-chêne pour remplacer les plantations d'épicéas sur les sols très argileux. Rau (1995) conclut aussi, à partir de l'analyse des dégâts provoqués entre 1870 et 1990 par des tempêtes majeures, que l'épicéa n'est pas à sa place dans les stations où des dommages sévères se sont produits de façon répétée (c'est-à-dire des stations à fort engorgement temporaire et à mauvais enracinement). Les stations plus favorables pourraient accueillir du sapin et des feuillus, en mélange avec de l'épicéa. Les meilleures stations sans problème d'engorgement sur sables et en pente pourraient recevoir une proportion plus importante d'épicéa.

### Choix d'une sylviculture adaptée

L'effet protecteur des peuplements est d'autant plus important que les surfaces non boisées entre les parcelles boisées sont petites. Le vent est plus régulier et moins turbulent au-dessus d'un vaste manteau forestier continu (Mayer, 1985 ; Otto, 1998). Cela constitue un argument fort contre les coupes rases sur de grandes surfaces.

Il faut rendre les lisières perméables au vent, contrairement à ce qui est souvent admis (Becquey et Riou-Nivert, 1987). Il est recommandé d'aménager les lisières des peuplements aux faces les plus exposées aux vents les plus dangereux, avec des arbres à feuilles caduques d'essences associables (érables, charme), qui jouent le rôle de filtre et ralentissent sans les arrêter les coups de vent (Schütz, 1990 ; Lanier, 1992). En effet, dans des peuplements résineux, le développement du houppier des arbres de bordure constitue un obstacle dense qui rend impossible la pénétration du vent à l'intérieur du peuplement. Le vent est dévié au-dessus et crée un régime de turbulence en aval de la lisière, créant des dégâts dans la zone située après la lisière. L'idéal serait d'aménager des lisières peu compactes, présentant un profil en pente douce jusqu'au peuplement forestier proprement dit, ce qui permettrait de ne créer qu'un minimum de turbulences dans le peuplement en aval de la lisière.

Il est nécessaire de mener des éclaircies fortes et précoces dans les peuplements denses pour produire des peuplements stables, à condition qu'il n'y ait pas de tempête forte dans les 4 années qui suivent l'éclaircie (Bouchon, 1987). Plus précisément, deux possibilités sont offertes aux sylviculteurs qui souhaitent poursuivre le traitement en futaie régulière (Riou-Nivert, 1991a) :

- les futaies régulières claires basées sur des plantations à grands espacements (600 à 1000 tiges/ha) si l'on dispose de plants de qualité, ou les plantations plus denses, mais rapidement dépressées ( $H_o < 10$  m) ou éclaircies ( $H_o < 15$  m). On a toujours la possibilité d'accompagner la plantation avec maintien du taillis en gainage, ou conservation de semis naturels en bourrage. L'objectif est la production de bois de qualité. Exemple : pour le pin laricio (Riou-Nivert, 1991b) : faibles densités de plantation (800 à 1300 tiges/ha), éclaircies fortes et précoces ( $H_o < 13$  m), et même si possible dépressage ( $H_o = 6-7$  m). De cette façon, les arbres évoluent en zone I ou en début de zone II ;

- les futaies régulières sans éclaircie (ou avec une éclaircie) et de courte révolution. Ce type de sylviculture est utilisée par nos voisins britanniques et revient à planter à fortes densités (2000 plants/ha) puis, après un dépressage ou une éclaircie précoce (ramenant la densité à 1000 tiges/ha), le peuplement est conduit jusqu'à 30-40 ans sans intervention avant d'être récolté. Les peuplements vont donc évoluer pendant toute leur vie dans la zone II, et être coupés au moment où ils rentrent en zone III.

On doit préconiser les éclaircies dans les peuplements en fin d'hiver ou au printemps, plutôt qu'au début de l'automne, afin de permettre aux arbres isolés brutalement de bénéficier d'une saison de végétation supplémentaire avant d'affronter les tempêtes (Riou-Nivert, 1991a). Mais il faut se méfier, car les éclaircies de printemps peuvent favoriser les attaques d'insectes sur les rémanents des coupes.

## Les enseignements à tirer de nos dispositifs de recherche

L'analyse rapide de la bibliographie montre que les résultats portant sur le lien entre structure et la résistance au vent des peuplements forestiers font cruellement défaut. Les dispositifs installés dans le cadre de nos projets de recherche (projet GIP-ECOFOR, en Brie, thèse d'E. Richard et projet de formation de l'École pratique des hautes études de R. Chevalier, en forêt de Montargis) sont contrôlés sur le plan stationnel (homogénéité écologique de l'échantillonnage) et caractérisés sur le plan sylvicole (variabilité des modes de sylviculture). Nous pensons qu'ils permettent de poser des questions intéressantes sur la stabilité des peuplements feuillus à base de chêne.

Notre premier but est de vérifier des résultats déjà connus, à savoir l'instabilité plus grande des peuplements venant de subir une coupe d'éclaircie et la plus grande sensibilité des stades âgés par rapport aux stades jeunes (Bouchon, 1987). Une fois pris en compte ces effets *a priori* acquis, nous testerons si les peuplements matures à fort capital sur pied sans sous-étage sont plus sensibles que les peuplements clairs à sous-étage dense. De plus, nous nous interrogerons sur la sensibilité relative des structures régulières ou irrégulières, et testerons l'impact de la composition du peuplement sur sa résistance aux chablis.

Dans le contexte des chênaies acidoclines de plateau, les différentes placettes installées en forêt de Montargis et dans la région naturelle de la Brie francilienne permettent de comparer :

- les modes de gestion (futaie régulière, futaie irrégulière, peuplement transitoire entre taillis sous futaie et futaie régulière) ;
- les divers stades de la futaie régulière (coupes de régénération, gaulis, perchis, futaie adulte) ;
- l'intensité de la sylviculture ;
- l'âge de la dernière coupe (coupe récente, moyenne et ancienne) ;
- la composition en essences du peuplement.

Une analyse plus approfondie des données pourra fournir des informations sur la sensibilité des peuplements aux risques de chablis en fonction du volume sur pied et de la répartition du volume dans le peuplement (densité du sous-étage, répartition des diamètres) v

## Références bibliographiques

- BAZZIGHER G., SCHMID P., 1969. Sturmschäden und Fäule. *Schweizer Zeitschrift fuer Forstwesen*, 120, 521-534.
- BECQUEY J., 1986. The storm of November 1982 : exceptional conditions. *Forêt Entreprise*, 9-48.
- BECQUEY J., RIOU-NIVERT P., 1987. L'existence de « zones de stabilité des peuplements ». Conséquences sur la gestion. *Revue forestière française*, 39, 323-334.
- BOUCHON J., 1987. État de la recherche relative aux dégâts forestiers dus aux tempêtes. *Revue forestière française*, 39, 301-312.
- BRUNIG E. F., WIEBECKE C., PLATZER H. B., LIESE W., 1973. Storm damage 1972 (II). *Forstarchiv*, 44, 137-153.
- DANGUY DES DÉSERTS D., DE LA BROISE P., SOULÈRES G., 1990. Premier bilan des conséquences de l'ouragan des 15 et 16 octobre 1987 sur la forêt bretonne. *Revue forestière française*, 42, 603-612.
- DOLL D., 1988. *Les cataclysmes météorologiques en forêt*. Thèse de doctorat, Université de Lyon II, Lyon.
- DUBBEL V., ZINDEL U., EICHHORN J., 1991. *Storm damage in spring 1990 in Hesse*. Hessische Forstliche Versuchsanstalt, 160 p.
- ERBACHER F., 1985. The oak/silver fir management goal type in the Hagenschies growth zone. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 9-10.
- ETVERK I., 1972. Factors affecting the resistance of stands to storms. *Metsanduslikud Uurimused*, 9, 222-236.
- FLOHR W., 1973. Guidelines for the management of gale-damaged stands in the plain of E. Germany. *Sozialistische Forstwirtschaft*, 23, 166-169.
- HEINRICH J., 1991. Causes of storm damage in beech (*Fagus sylvatica*) stands from a soil/geographical standpoint. *Allgemeine Forst und Jagdzeitung*, 162, 145-149.
- KOHLSTOCK N., LOCKOW K. W., 1981. Statistical studies on the risk of storm damage in efficiently tended young Scots pine stands. *Beitrag für die Forstwirtschaft*, 15, 1-7.
- LANIER L., 1992. La forêt doit-elle être mélangée ? *Revue forestière française*, 34, 105-128.
- LUPKE B. V., SPELLMANN H., VON LUPKE B., 1997. Aspects of stability and growth of mixed spruce-beech-stands as a basis of silvicultural decisions. *Forstarchiv*, 68, 167-179.
- MACCURREN R. S., 1991. Spacing : an option for reducing storm damage. *Scottish Forestry*, 45, 285-297.
- MALUCK G., 1984. Consequences of earlier, intensive spruce silviculture in the Bad Waldsee Forest District. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 38-39.
- MAYER H., 1985. *Tree oscillations and the risk of storm damage to forests*. Universität München, Meteorologisches Institut, 244 p.
- OTTO H. J., 1998. *Écologie forestière*. IDF, Paris, 397 p.
- POLGE H., 1960. Sensibilité relative du sapin pectiné et de l'épicéa commun aux coups de vent. *Revue forestière française*, 12, 637-642.
- PREUHSNER T., 1991. Storm damage in a Norway spruce stand on the Munich gravel plain. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 46, 1098-1103.
- RAU H., 1995. Storm damage in the Virngrund (NE Wurttemberg) from 1870 to 1990. *Mitteilungen der Forstlichen Versuchs und Forschungsanstalt*.
- RICHTER J., 1975. Gale damage to Spruce in the Sauerland. *Forst und Holzwirt.* 30, 106-108.
- RIOU-NIVERT P., 1991a. Dégâts de tempêtes : la sylviculture en accusation. Le risque chablis en France. *Forêt Entreprise*, 77, 10-16.
- RIOU-NIVERT P., 1991b. Le pin laricio : une essence dans le vent... et qui ne se laisse pas abattre. *Forêt Entreprise*, 75, 14-17.
- SCHÜTZ J. P., 1990. *Silviculture 1. Principles of forestry education*. Presses polytechniques et universitaires Romandes, Lausanne.
- SHEEHAN P. G., LAVERY P. B., WALSH B. M., 1982. Thinning and salvage strategies in plantations prone to storm damage - case study of radiata pine plantations in the Ovens Valley, Victoria. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 12(2), 269-280.
- TOURRET V., 1989. Les enseignements sylvicoles tirés de la tempête bretonne et normande du 15 octobre 1987. *Forêt Entreprise*, 60, 23-28.
- TOUZET G., 1983. Windthrows in the Massif Central resulting from the storm of 6-8 November 1982. *Comptes-rendus des Séances de l'Académie d'Agriculture de France*, 69, 722-732.
- WINTERHOFF B., SCHONFELDER E., HEILIGMANN BRAUER G., 1995. *Storm damage in Hesse in spring 1990*. Hessische Forstliche Versuchsanstalt, Hessische Landesanstalt für Forsteinrichtung, Waldforschung und Waldökologie, 176 p.