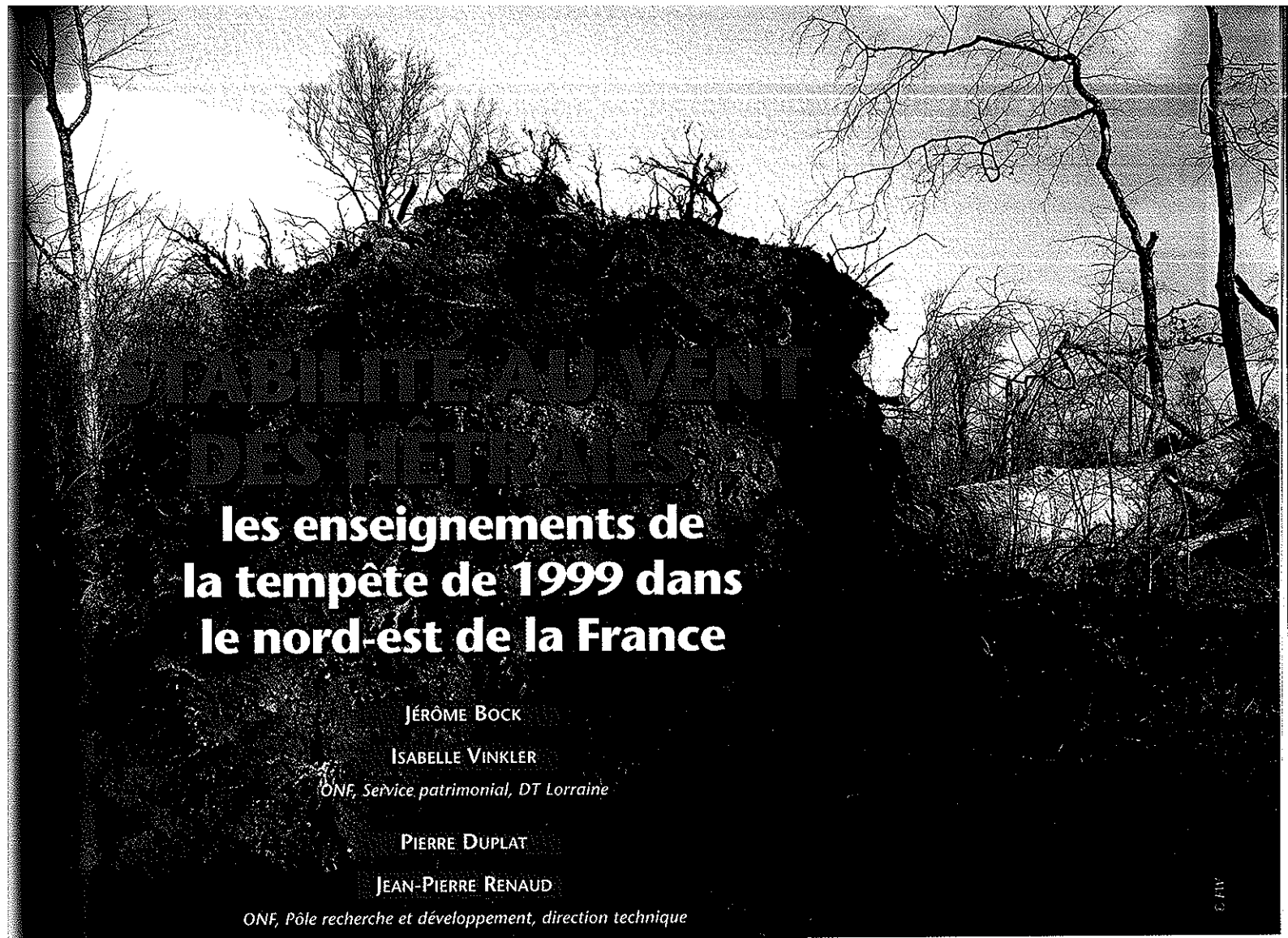




STABILITE AU VENT DES HÊTRAIES

les enseignements de la tempête de 1999 dans le nord-est de la France

JÉRÔME BOCK

ISABELLE VINKLER

ONF, Service patrimonial, DT Lorraine

PIERRE DUPLAT

JEAN-PIERRE RENAUD

ONF, Pôle recherche et développement, direction technique

Confrontées à un phénomène climatique exceptionnel, les hêtraies françaises ont payé un très lourd tribut en décembre 1999, et suscité de la part du monde forestier de fortes inquiétudes pour l'avenir. Dresser un bilan de cette catastrophe en Lorraine et dans les départements voisins, et des facteurs qui en ont déterminé l'ampleur, proposer des itinéraires sylvicoles aussi adaptés que possible pour réduire la sensibilité au vent des hêtraies de demain, tel était l'enjeu de deux études menées conjointement par l'ONF et l'INRA dans les hêtraies du nord-est de la France.

Essence traditionnellement réputée « sensible au vent », le hêtre n'a évidemment pas été épargné par la tempête de 1999, exceptionnelle tant par la vitesse des vents enregistrés que par l'étendue géographique des dégâts. Rien qu'en Lorraine, le volume de chablis de hêtre s'est élevé à 6,8 millions de m³ (dont 85 % en forêt publique), soit l'équiva-

lent d'environ dix récoltes annuelles. Devant une telle catastrophe, c'est d'abord un sentiment d'impuissance et de résignation qui a prévalu, le caractère « exceptionnel » de cette tempête mettant en arrière plan d'éventuels facteurs aggravants, d'ordre stationnel et sylvicole. Pourtant, l'analyse de la diversité des dégâts observés, confrontée à de larges variations dans les niveaux de vent observés et les contextes sylvicoles et stationnels rencontrés, permettait d'espérer améliorer les connaissances concernant la sensibilité au vent de la hêtraie. À la différence des essences résineuses pour lesquelles on connaît bien le rôle aggravant de la hauteur, de la densité et de l'élancement des peuplements, ainsi que l'élévation du risque dans les années suivant les éclaircies, les facteurs influençant la stabilité des feuillus sont aujourd'hui encore presque méconnus. Pourtant l'enjeu est de taille, les interrogations sur l'avenir de la hêtraie paraissent bien légitimes : certaines structures sont-elles mieux « armées » que d'autres pour résister au vent ? Comment intégrer au mieux le risque de chablis

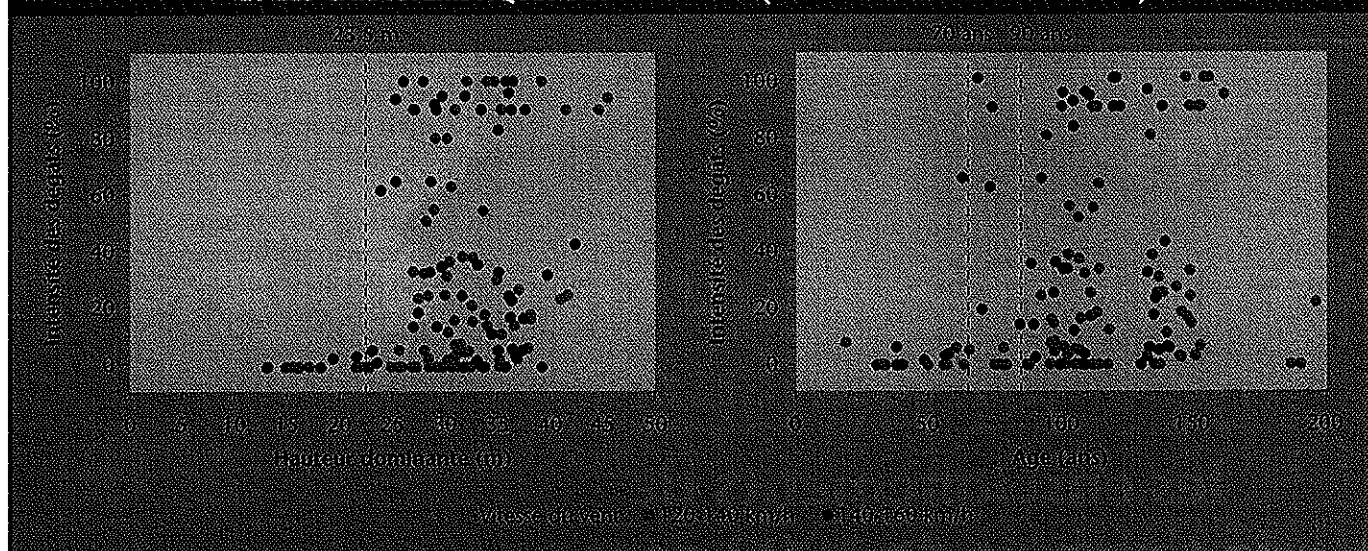
dans les itinéraires sylvicoles actuellement préconisés pour la hêtraie ?

Cet article dresse le bilan des principaux résultats d'un travail consacré aux hêtraies du quart nord-est de la France, qui tente de mettre en relation les caractéristiques stationnelles et sylvicoles des peuplements avec le niveau de dégâts qu'ils ont subi en décembre 1999. Deux études ont été menées successivement.

La première cherche à préciser les facteurs influençant la stabilité de la hêtraie régulière. Elle repose sur l'observation des dégâts dans des futaies régulières principalement localisées en Lorraine (peuplements ouverts en régénération exclus).

La seconde est limitée à un domaine géographique restreint centré sur Nancy : elle vise notamment à mieux comprendre les mécanismes conditionnant la stabilité individuelle du hêtre, en comparant le comportement d'arbres de futaie et de taillis-sous-futaie confrontés à des vents très élevés.

FIGURE 1 – RELATION ENTRE L'INTENSITÉ DES DÉGÂTS MESURÉE SUR LA PLACETTE (EN NOMBRE DE TIGES) ET LES CARACTÉRISTIQUES DES PLACETTES (HAUTEUR DOMINANTE ET ÂGE)



PROTOCOLE

Les deux études appartiennent à un cadre de recherche expérimentale, le réseau européen METEOPRANCE, qui vise à évaluer la vulnérabilité des forêts face aux tempêtes. Les caractéristiques des peuplements étudiés ont été choisies avant la tempête afin de permettre des comparaisons.

Les placettes de surface comprise entre 10 et 50 ares, ont été choisies pour leur représentativité des forêts régionales, leur hauteur dominante, leur état de conservation et leur âge. Les dégâts ont été mesurés en comptant le nombre de tiges abimées par le vent, la hauteur dominante, la surface de la placette et la direction du vent. Les dégâts ont été mesurés en comptant le nombre de tiges abimées par le vent, la hauteur dominante, la surface de la placette et la direction du vent.

Peuplements réguliers

Les 15 peuplements étudiés, localisés en Lorraine, Haute-Marne et Côte-d'Or, sont composés d'un mélange de 50 % de hêtres. Les peuplements en régénération ont été choisis pour leur plus grande vulnérabilité aux chablis, car ils ont subi de nombreux chablis avant la tempête. Les placettes ont été choisies pour leur âge (de 30 à 125 ans) et leur état de peuplement.

Les dégâts ont été mesurés en comptant le nombre de tiges abimées par le vent, la hauteur dominante, la surface de la placette et la direction du vent. Les dégâts ont été mesurés en comptant le nombre de tiges abimées par le vent, la hauteur dominante, la surface de la placette et la direction du vent.

Les dégâts ont été mesurés en comptant le nombre de tiges abimées par le vent, la hauteur dominante, la surface de la placette et la direction du vent. Les dégâts ont été mesurés en comptant le nombre de tiges abimées par le vent, la hauteur dominante, la surface de la placette et la direction du vent.

Ils deviennent plus importants entre 120 et 140 km/h, avec de multiples trouées : sur notre échantillon, 30 % des hêtraies ayant subi ce niveau de vent sont touchées avec plus de 25 % des tiges à terre. Au delà de 140 km/h, la hêtraie n'est plus du tout stable. Les dégâts sont fréquents (51 % des hêtraies sont touchées à plus de 25 %) et de grande ampleur (grandes surfaces arasées). Dans tous les cas, les dégâts sont presque exclusivement des chablis, les vols représentant moins de 3 % des tiges endommagées ;

- ◆ la hauteur dominante des peuplements joue un rôle capital dans la stabilité de la hêtraie : on a pu mettre en évidence (voir figure 1) un seuil de hauteur proche de 23-24 m, en deçà duquel les dégâts sont quasiment inexistantes quel que soit le niveau de vent, et au delà duquel des dégâts importants apparaissent si la vitesse du vent est élevée. De façon moins marquée, deux âges seuils peuvent être identifiés au delà desquels des dégâts importants se produisent : approximativement vers 90 ans pour un vent fort (120-140 km/h), et dès 60 à 70 ans en cas de vent très fort (140-160 km/h).

EN FUTAIE RÉGULIÈRE : RÔLE PRÉDOMINANT DE LA VITESSE DU VENT ET DE LA HAUTEUR DES PEUPELEMENTS

Les deux facteurs les plus décisifs vis-à-vis du risque de chablis ne surprendront personne :

- ◆ la vitesse maximale du vent apparaît sans conteste comme le facteur le plus déterminant. Entre 100 et 120 km/h, les dégâts sont très faibles (quelques chablis isolés seulement).

UN MODÈLE POUR ANALYSER PLUS FINEMENT L'IMPACT DES FACTEURS DENDROMÉTRIQUES ET STATIONNELS EN FUTAIE RÉGULIÈRE

Un modèle expliquant le taux de dégâts en nombre de tiges a été établi

Au total, ces deux études se sont appuyées sur l'analyse détaillée de plus de 220 peuplements et de 650 arbres décrits avant la tempête, et réexaminés ensuite. La répartition spatiale du vent a été prise en compte au mieux à partir de la carte METEOPRANCE de vitesse maximale du vent (voir encadré « protocole »). Il faut préciser enfin que la tempête a frappé sur des sols uniformément détrempés. Les résultats de ces études sont valables uniquement dans le domaine géographique du Nord-Est.

afin de prendre en compte simultanément l'ensemble des facteurs susceptibles d'influencer la stabilité des peuplements (figure 2).

En plus de la vitesse maximale du vent et de la hauteur dominante des peuplements, le contexte stationnel des plantations étudiées dans cette zone s'est révélé être un facteur de risque important. Les dégâts sont en moyenne plus importants sur plateau et rebords de plateau que sur pente, et varient avec la profondeur du sol dans le sens attendu : les dégâts les plus faibles s'observent sur sol profond (plus de 50 cm de profondeur), et les dégâts les plus importants sur sols superficiels avec « dalle calcaire ou bloc » à moins de 50 cm. Les sols avec argile compacte à moins de 50 cm présentent des dégâts intermédiaires. Si l'on en juge sur les galettes de chablis, les mesures réalisées montrent que la prospection racinaire dépend essentiellement du diamètre de l'arbre et de la profondeur d'apparition d'un obstacle. Pour un diamètre de l'arbre donné, on observe un enracinement plus traçant sur sol superficiel (profondeur d'enracinement plus faible alors que la surface de la galette est légèrement plus élevée),

ce qui amène une qualité d'ancrage moins performante. La figure 3 illustre finalement les trois principaux facteurs déterminant la stabilité des futaies régulières de hêtre : la vitesse maximale du vent (risque important dès 120 km/h), la hauteur dominante des peuplements (risque important dès 23-24 m de hauteur, et qui continue à croître régulièrement au delà de ce seuil), et enfin, la profondeur et la nature de l'obstacle à l'enracinement.

PAS D'EFFET DE LA DENSITÉ DES PEUPELEMENTS NI DE LA DERNIÈRE COUPE EN FUTAIE RÉGULIÈRE

De façon plus surprenante, aucun des indices traduisant la densité des peuplements (surface terrière, indice de densité de Reineke notamment) ou l'historique de concurrence entre les tiges (coefficient d'élancement H_0/D_g) ne se sont révélés significatifs pour des vents supérieurs à 120 km/h sur les stations étudiées.

La date et l'intensité de la dernière coupe ne figurent pas non plus parmi

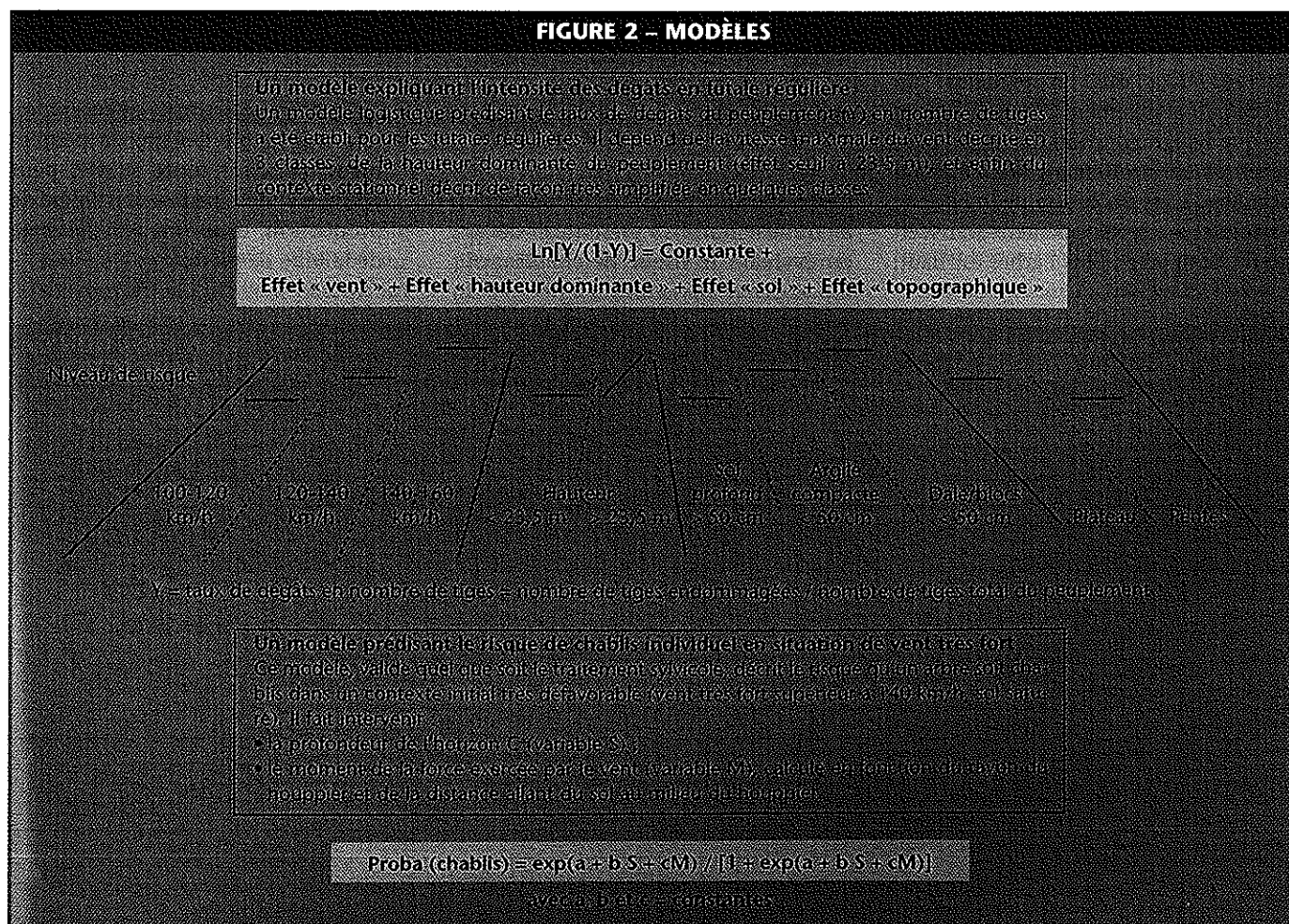
les facteurs de risque, du moins dans le domaine couvert par notre échantillon : il se peut qu'un tel effet existe dans les hêtraies régulières lorsqu'elles sont soumises à des éclaircies violentes. Notre échantillon, qui n'en offrait pas, ne pouvait pas le mettre en évidence, et les futaies ouvertes en régénération étaient exclues du champ de cette étude.

Ces résultats montrent finalement que le hêtre, notamment lorsqu'il est défeuillé, se comporte très différemment des résineux vis-à-vis du risque de chablis.

COMPARAISON DES FUTAIES ET TAILLIS-SOUS-FUTAIE. DES DÉGÂTS GLOBALEMENT ÉQUIVALENTS

Au niveau du peuplement, en situation de vent très fort et sur un sol plutôt détrempé, les dégâts sont de même ampleur dans les deux types de structure : environ 60 % des peuplements sont très touchés (avec 50 à 100 % de dégâts). Dans le détail, on constate :

FIGURE 2 – MODÈLES



- ◆ pour les peuplements de hauteur dominante inférieure à 23,5 m, les (jeunes) futaies régulières sont peu sensibles au vent alors que les TSF, plus âgés et avec des houppiers plus développés, sont déjà lourdement touchés ;
- ◆ pour les peuplements de hauteur dominante supérieure à 23,5 m, les TSF sont un peu moins sensibles que les futaies régulières, en moyenne nettement plus hautes. Quant à la nature des dégâts, les volis sont très légèrement plus fréquents en taillis-sous-futaie (5 % des tiges de réserve contre 1 % des tiges en futaie).

AU NIVEAU DE L'ARBRE : DES DÉGÂTS QUI AUGMENTENT AVEC LA HAUTEUR DE L'ARBRE ET LA GROSSEUR DU HOUPPIER

Grâce aux observations collectées sur un large échantillon d'arbres (réserves de TSF et dominants de futaie), les résultats obtenus à l'échelle des peuplements ont pu être complétés par une analyse des facteurs de sensibilité au niveau de l'arbre.

Outre l'augmentation du risque lorsque la profondeur du sol diminue (facteur déjà mis en évidence au niveau du peuplement), l'étude a montré que l'augmentation du risque avec le temps est étroitement liée à l'élévation avec l'âge du centre de gravité de l'arbre, et au développement transversal du houppier : plus l'arbre est haut,

plus le risque est élevé ; et pour une hauteur donnée, plus le houppier est développé, plus le risque augmente.

Un modèle (voir figure 2) a pu être établi pour décrire le risque de chablis au niveau individuel : il fait intervenir la profondeur du sol et les dimensions de l'arbre, à savoir un bras de levier allant du sol au milieu du houppier, et la largeur du houppier. Ce modèle, valide à la fois pour les arbres de TSF et de futaie régulière, est également cohérent avec les observations faites au niveau du peuplement : risque plus fort pour les futaies hautes, et, à hauteur fixée, risque plus élevé pour les arbres de TSF parce que possédant de plus gros houppiers.

Si ce résultat semble assez logique, il est cependant contradictoire avec ce que l'on dit du comportement des résineux : à hauteur totale donnée, la probabilité de chablis du hêtre sous vent très fort augmente avec le diamètre de l'arbre (très corrélé avec le diamètre du houppier), et augmente donc lorsque le coefficient d'élancement H/D diminue.

COMPARAISON DES ARBRES PRODUITS PAR UNE SYLVICULTURE DENSE AVEC CEUX ISSUS D'UNE SYLVICULTURE CLAIRE

Cette question peut être abordée grâce au modèle « arbre » présenté ci-dessus, en évaluant le risque de chablis pour

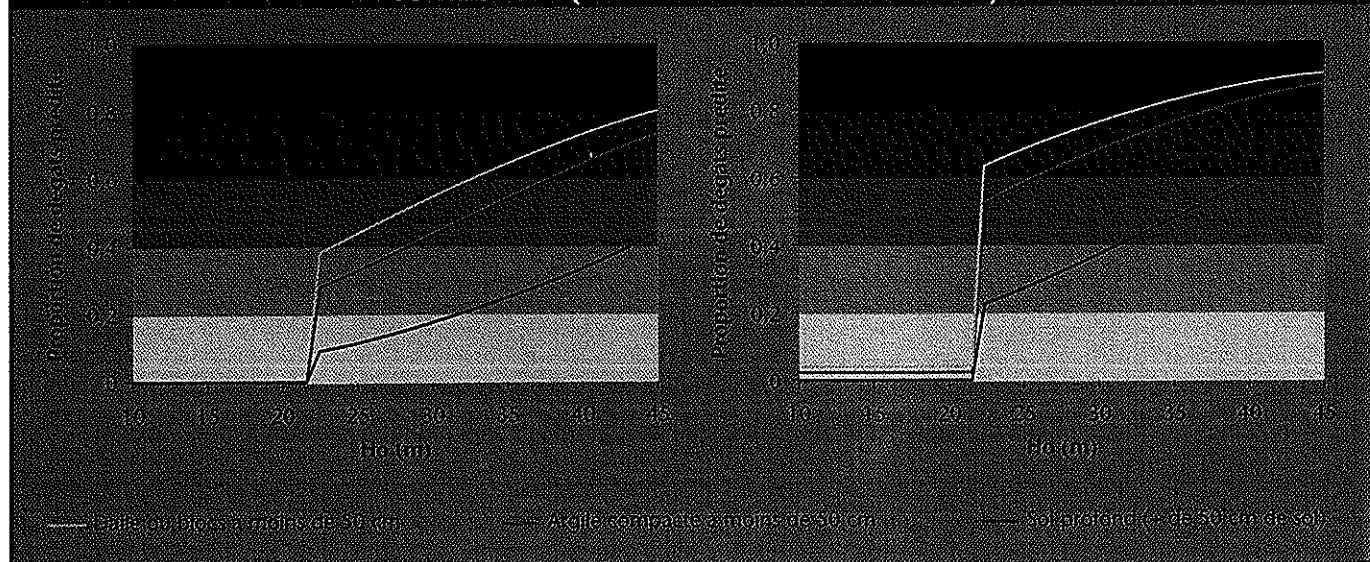
des arbres issus de sylvicultures différentes, mais ayant atteint un même diamètre d'exploitabilité (par exemple 60 cm) à des âges différents. La figure 4 illustre les caractéristiques de notre échantillon d'arbres de futaie et de TSF dans le plan (en ordonnées, rayon du houppier ; en abscisses, bras de levier), et y confronte les courbes iso-risque (= risque constant) établies grâce au modèle « arbre » pour une profondeur de sol moyenne. On constate bien que si les deux traitements s'y distinguent nettement, le risque qu'ils courent est globalement semblable : faible hauteur mais larges houppiers en TSF ; houppiers étriés mais hauteurs élevées en futaie régulière.

Le diamètre à 1,30 m étant très corrélé au rayon du houppier, et plus lâchement au bras de levier, une relation entre ces 3 paramètres a pu être établie, de façon à enrichir la figure avec des courbes iso-diamètre (= diamètre constant des arbres dominants). On constate alors que, si l'on veut atteindre un diamètre donné, on minimise le risque en se déplaçant dans le sens indiqué (flèche noire), c'est-à-dire en adoptant une sylviculture claire conduisant à l'exploitabilité à des arbres relativement bas (jeunes) avec des houppiers très développés.

Il y a toutefois des limites à cela :

- ◆ une trop faible densité du peuplement, pendant toute sa vie, peut entraîner des pertes sensibles de production, et un mauvais élagage de la bille de pied ;

FIGURE 3 – RÉSULTATS DE SIMULATION DU TAUX DE DÉGÂTS EN FUTAIE RÉGULIÈRE DE HÊTRE, EN FONCTION DE LA HAUTEUR DOMINANTE DES PEUPELEMENTS ET DE LA NATURE DU SOL, EN SITUATION DE VENT FORT OU TRÈS FORT (VITESSE MAXIMALE INSTANTANÉE)



[illegible]

Pour diminuer le risque de chutes, sans faire varier le classement, il est nécessaire de se demander tout d'abord si l'information dans le cas incriminé est la même ou si elle est en fait différente.

- CONSEQUENCES POUR
LA SYLVICULTURE DU HÊTRE :
DES ARGUMENTS EN FAVEUR
D'UNE SYLVICULTURE
DYNAMIQUE**

- ◆ les facteurs de la sensibilité des arbres devraient être examinés dans d'autres régions et des environnements plus variés (lisières, peuplements de structure irrégulière) ;

- Sur un territoire donné, l'évaluation du risque associé aux tempêtes nécessite de connaître le temps de retour de tels événements. De telles évaluations manquent et, par ailleurs, restent par nature un peu osées dans un contexte de changement climatique ou stationnel mal prévisible. ■

Cette étude, conduite avec le soutien financier du GIP-Écofor, a pu être réalisée grâce à la collaboration de l'INRA (Département forêts et milieux naturels, Laboratoire de phytoécologie) et de la FVFE. Que tous en soient ici remerciés, ainsi que l'ensemble des personnels de l'ONF ayant participé à la collecte des données sur le terrain ou dans les archives forestières.

³ BOCK J., DUPLAT P., RENAUD J.P., VINKLER I. [2002]. Influence des paramètres sylvicoles et stationnels sur l'intensité des dégâts provoqués par la tempête du 26 décembre 1999 dans les hêtraies du quart nord-est de la France. Rapport final. Conv. ÉCOFOR n°2000-39, 70 p.

Forêt Wallonne n° 69-70
Mai-Juin 2004