

FORÊT • NATURE

OUTILS POUR UNE GESTION
RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS

Tiré à part de la revue **Forêt.Nature**

La reproduction ou la mise en ligne totale ou partielle des textes
et des illustrations est soumise à l'autorisation de la rédaction

foretnature.be

Rédaction : Rue de la Plaine 9, B-6900 Marche. info@foretnature.be. T +32 (0)84 22 35 70

Abonnement à la revue Forêt.Nature :
librairie.foretnature.be

Abonnez-vous gratuitement à Forêt.Mail et Forest.News :
foretnature.be

Retrouvez les anciens articles de la revue
et d'autres ressources : **foretnature.be**



© S. Vanwijnsberghe

ÉLABORATION D'UNE STRATÉGIE DE RÉGÉNÉRATION EN FUTAIE RÉGULIÈRE TENANT COMPTE DE LA STABILITÉ, DE L'ÉTAT SANITAIRE ET DE L'ÂGE DES PEUPELEMENTS : LE CAS DE LA HÊTRAIE SONNIENNE BRUXELLOISE

GRÉGORY TIMAL – STÉPHANE VANWIJNSBERGHE

Régulièrement, il est fait état des dégâts causés par le vent aux forêts. Le monde forestier a ainsi été amené à étudier les facteurs de risques pour limiter les dégâts. La forêt de Soignes ne fait pas exception. Avec la hauteur qu'atteignent les hêtres à leur maturité et le régime appliqué à la fin du 18^e siècle pour sa restauration, c'est une forêt particulièrement fragile. La régénération des vieux peuplements de hêtre doit ainsi respecter certains principes pour éviter que ces interventions n'engendrent des chablis plus ou moins importants.

La forêt de Soignes, poumon vert emblématique de la périphérie bruxelloise, couvre 4383 hectares répartis sur les trois régions du pays. La région de Bruxelles-Capitale en gère 1657 hectares soit près de 40 %. La grande proximité du massif avec la ville-région et l'aspect cathédrale de sa hêtraie sont deux éléments déterminants dans sa gestion dont les objectifs sont principalement récréatifs et environnementaux.

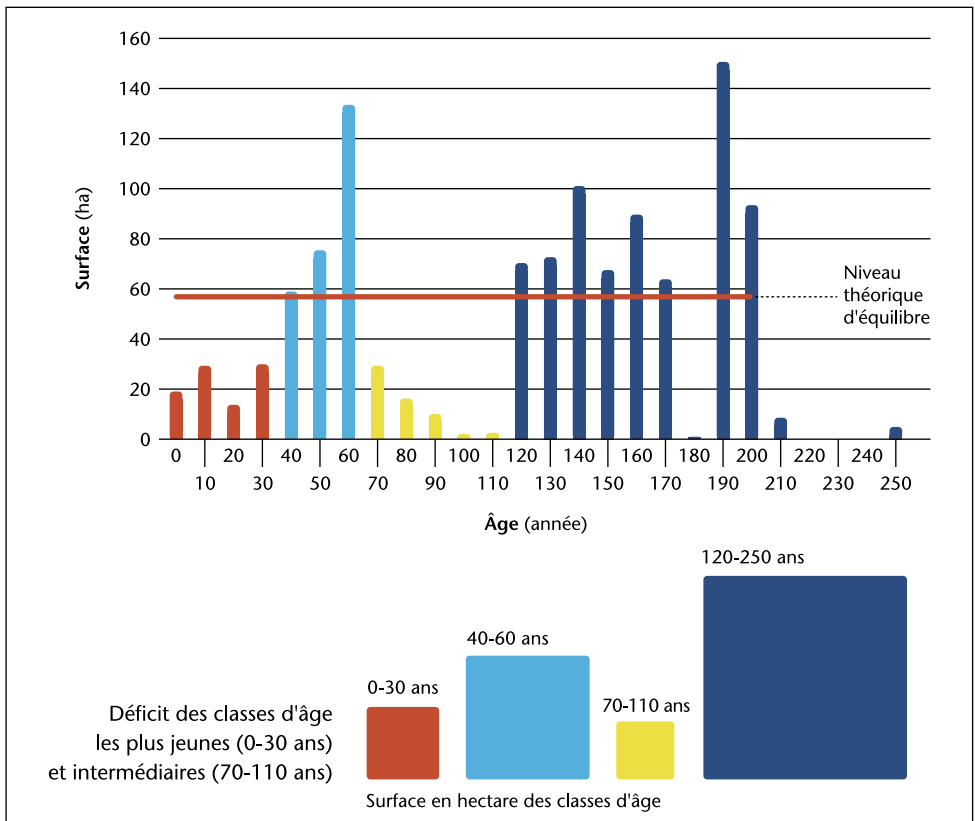
L'aspect économique constitue un objectif secondaire, même si les anciens modes de gestion à vocation économique sont à l'origine du faciès actuel de la hêtraie¹⁸. Classée en site Natura 2000, la forêt de Soignes est certifiée depuis 2003 selon les critères de gestion durable développés par le FSC et tout abattage nécessite l'octroi d'un permis d'urbanisme après consultation de la direction des Monuments et Sites.

L'évolution sociétale des services demandés à la forêt de Soignes a considérablement évolué depuis la seconde moitié du 19^e siècle, en particulier avec l'émergence des aspects artistiques et récréatifs (et plus récemment de conservation de la nature). Elle a notamment amené à un rallongement progressif de la révolution qui a doublé en 160 ans : 100 ans en 1843, 120 ans en 1886, 180 ans en 1971⁸ et 200 ans en 2003¹⁸. Cet allongement de la révolution a engendré un déséquilibre des classes d'âges des peuplements, en particulier en hêtraie, et a conduit à une surreprésentation des vieux peuplements au sein du

massif et à un déficit dans les classes d'âge les plus jeunes (0 à 30 ans) et intermédiaires (70 à 110 ans) (figure 1).

L'effort théorique de régénération pour le massif est d'environ 10 ha/an. Mais pour récupérer le retard de régénération, le plan de gestion a porté l'effort de régénération à 15 ha/an¹⁸. Ainsi, 360 hectares de vieille futaie seront renouvelés pendant la durée de validité du plan de gestion, soit 24 ans. De par la proximité avec la ville et afin de limiter l'impact des coupes de régénération sur le paysage, le plan de gestion de 2003 prévoit de régénérer les vieux peu-

Figure 1 – Distribution des superficies de la forêt de Soignes bruxelloise par tranche d'âge¹³. La droite rouge représente le niveau théorique d'équilibre.



ENCART 1 – DÉSTABILISATION DES PEUPELEMENTS LORS DE LA CONSTRUCTION DE L'ÉCHANGEUR DERSCHIED

L'échangeur Derschied a été construit sur le Ring 0 (Ring de Bruxelles) en 1984⁹ pour donner un accès sécurisé à l'Institut Derschied^A. Ces travaux ont nécessité l'abattage d'une partie de la lisière Sud-Ouest de la forêt de Soignes (environ 200 mètres) située sur la partie wallonne du massif. Les conséquences de cette intervention ce sont rapidement marquées sur les peuplements de hêtres âgés à l'époque d'environ 130 ans^B et situés sous le vent de la trouée. Les premiers chablis sont survenus en novembre 1985 alors que les vents dépassait à peine les 100 km/h^C (données IRM).

Quelques années plus tard les tempêtes du premier trimestre de 1990^D ont occasionnés des dégâts importants dans cette partie du massif. Un peu plus de 6 300 m^{3E} ont été renversés sur les 275 hectares de la partie wallonne de la forêt de Soignes dont près d'un tiers à proximité directe de l'ouverture récemment créée (BRACONNIER^F, comm. pers.).

Depuis, de nouveaux arbres sont régulièrement renversés à chaque coup de vent un peu fort¹⁷ et les arbres nouvellement exposés au soleil sont brûlés (coups de soleil) et meurent quelques années après. Dernièrement encore, le 27 octobre 2013 alors que le vent n'a pas atteint les 100 km/h^G (données IRM) plusieurs dizaines d'arbres ont encore été renversés.



© Maziers, 1985. « La forêt de soignes. Connaissances nouvelles pour un patrimoine d'avenir », éd. Mardaga, p. 29.



^A Rebaptisée récemment la Clinique de la Forêt de Soignes.

^B Plantation réalisée entre 1843 et 1865.

^C En novembre 1985, le vent atteignit les 100 km/h à deux reprises : le 5 novembre (vitesse moyenne du vent de 33 km/h et vents de rafales de 104 km/h) et le 9 novembre (vitesse moyenne du vent de 39 km/h et vents de rafales de 100 km/h) (données station de Zaventem, IRM).

^D Les 25 janvier (vitesse moyenne du vent de 46 km/h et vents de rafales de 122 km/h), 3 février (vitesse moyenne du vent de 33 km/h et vents de rafales de 106 km/h), 8 février (vitesse moyenne du vent de 41 km/h et vents de rafales de 106 km/h), 26 février (vitesse moyenne du vent de 48 km/h et vents de rafales de 139 km/h), 28 février (vitesse moyenne du

vent de 41 km/h et vents de rafales de 130 km/h) et 1^{er} mars (vitesse moyenne du vent de 35 km/h et vents de rafales de 106 km/h) (données station de Zaventem, IRM).

^E Ce volume correspond à plus de trois fois le volume moyen exploité annuellement. Ces chablis ont fait l'objet d'une vente spéciale. L'année suivante, aucune vente n'a été organisée. L'année d'après, près de 968 m³ de chablis ont encore été mis en vente.

^F Maurice Braconnier a occupé le triage du Ticton (275 ha) de 1972 à 2011. Ce triage reprend la partie wallon de la forêt de Soignes (communes de la Hulpe et Waterloo).

^G Le dimanche 27 octobre 2013 le vent souffla à une vitesse moyenne de 54 km/h avec des rafales de 97 km/h (données station de Zaventem, IRM).

peuplements réguliers de hêtre en créant des trouées de 1 à 2 hectares, à différents endroits du massif.

Les résultats des études réalisées en France concernant la stabilité des peuplements – notamment après les tempêtes de décembre 1999 – ont amené le service forestier bruxellois à revoir la stratégie de régénération de la futaie régulière sonnienne. La création de trouées de 1 à 2 hectares, prévue dans le plan de gestion, aurait en effet pu entraîner la déstabilisation des peuplements comme ce fût le cas dans les années '80, sur la partie wallonne du massif, lors de la construction de l'échangeur Derscheid (encart 1).

Ainsi, le système des coupes de régénération de proche en proche a été privilégié en choisissant des points d'appui stables

(encart 2), identifiés dans le cadre d'une première mission d'appui du CDAF¹⁵. Une seconde étude, également confiée au CDAF, a permis d'identifier les secteurs prioritaires à régénérer sur l'ensemble de la partie bruxelloise du massif tenant compte de trois facteurs jugés prioritaires : la stabilité, l'état sanitaire et l'âge des peuplements¹³.

L'évolution des connaissances sur la stabilité des peuplements apporte ainsi au gestionnaire des éléments essentiels pour réaliser la régénération de vieux peuplements en limitant les risques de chablis.

La première partie de cet article s'attachera à un rapide état des connaissances sur la stabilité des peuplements et leur application au cas de la hêtraie de la forêt de Soignes. Ensuite, nous verrons les trois axes qui ont servi de base à l'élaboration d'une stratégie de régénération. Enfin, une synthèse exposera la stratégie proposée.

ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR LA STABILITÉ DES PEUPEMENTS

Évènements marquants et chaque fois redoutés, les tempêtes sont de tous les phénomènes naturels ceux qui sont les plus à craindre pour la forêt dans nos régions. Selon leur intensité, elles peuvent être à l'origine de la destruction de grandes superficies de peuplements en très peu de temps, réduisant parfois à néant le travail de plusieurs générations de forestiers.

Avec sa hêtraie cathédrale dépassant les 40 mètres et un terme d'exploitabilité de 200 ans, le faciès de la hêtraie cathédrale de la forêt de Soignes fait figure d'exception en Europe en termes paysager, de productivité (classe 1 supérieure) et de risque de chablis.



Chaque tempête met en évidence combien les peuplements forestiers y sont sensibles. Soignes ne fait pas figure d'exception et toutes les ventes annuelles de bois de Bruxelles Environnement comportent au moins un lot de chablis.

1990 fut sans nul doute, au niveau belge, l'année la plus marquante pour nos forêts. Les vents ont occasionné plus de 8 millions de mètres cubes de chablis¹. On peut également citer 1984 (1,4 million de mètres cubes) et plus récemment 2007 (0,5 million de mètres cubes). Chez nos voisins européens, les deux tempêtes de fin 1999 auront causés des dégâts sans précédents, en 2 jours seulement : 180 millions de mètres cubes de chablis sur la France, la Suisse et l'Allemagne dont 140 millions rien que sur l'hexagone².

Dans le sillage de ces tempêtes, de nombreuses études scientifiques ont été réalisées pour identifier les facteurs de risque de chablis, comprendre leur fonctionnement pour tenter de prévoir et limiter ce risque. Lancé en 2000 par les pouvoirs publics français et animé par le Groupeement d'Intérêt Public ECOFOR, le programme de recherche « Forêt, vent et risques » a permis de mieux comprendre les mécanismes régissant la stabilité des peuplements⁴.

L'étude de ces mécanismes est néanmoins complexe en raison de l'interaction de facteurs intervenant à différentes échelles spatiales. On en distingue trois catégories : les facteurs permanents (topographie, vitesse du vent, sol), les facteurs évolutifs liés aux caractéristiques du peuplement (couverture des houppiers, mélange d'essences, hauteur dominante, état sanitaire...) et les facteurs temporaires suscepti-

ENCART 2 – QU'EST-CE QU'UN « POINT D'APPUI » ?

Un point d'appui est une bordure constituée d'un ou plusieurs peuplements dont la stabilité, notamment vis-à-vis des vents forts, permet au gestionnaire la réalisation de coupes rases de régénération de peuplements voisins en prenant appui sur ceux-ci, sans crainte d'une déstabilisation consécutive à l'ouverture du couvert. Ces points d'appui peuvent être constitués de lisières de peuplements jeunes, de faible hauteur dominante (situation temporaire), ou de vraies lisières situées en bordure de voirie par exemple, leur relative résistance aux chablis étant le fruit d'une adaptation progressive (situation permanente).

bles de modifier brutalement les facteurs évolutifs (éclaircies, neiges, pluies...).

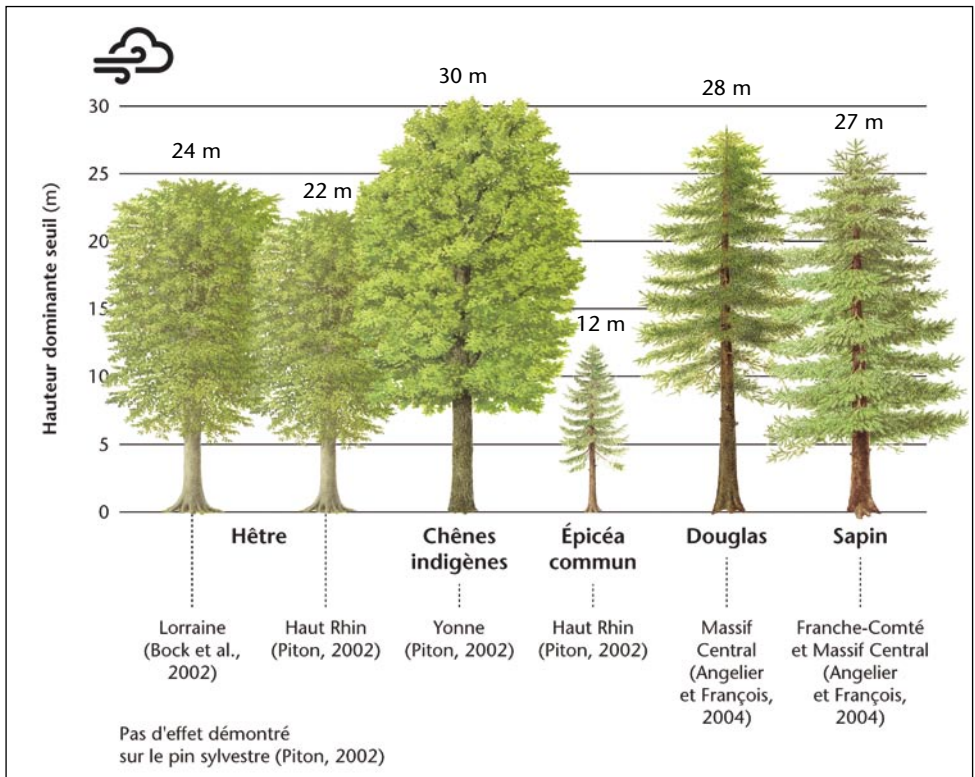
Le vent est, de tous les facteurs, le plus déterminant sur le taux de dégât observé. Des investigations de grande ampleur menées conjointement par l'ONF, l'IDF et l'INRA sur les hêtraies du plateau lorrain ont mis en évidence l'existence de trois classes de vitesses de vents associées à différents niveaux de dégâts⁶ : entre 100 et 120 km/h, les dégâts sont très faibles et les chablis sont épars ; entre 120 et 140 km/h, les dégâts sont plus importants et se produisent en trouées ; au-delà de 140 km/h, les dégâts deviennent catastrophiques et touchent de grandes étendues.

Autre facteur, la hauteur dominante intègre deux paramètres du peuplement : l'âge et la fertilité de la station. Elle joue également un rôle essentiel vis-à-vis du risque de chablis et son accroissement se traduit généralement par une augmentation du risque de chablis⁴. Plusieurs facteurs associés à la hauteur dominante viennent par

ailleurs renforcer cette sensibilité : faiblesses mécaniques des arbres (qui résultent du vieillissement et des attaques associées de pathogènes), prise au vent et mécanismes d'oscillation des houppiers. Le risque de chablis des peuplements feuillus est reconnu globalement comme faible en dessous de 20 mètres. Différentes études ont révélé en particulier l'existence d'un seuil de hauteur dominante, selon l'essence, au-delà duquel les dégâts deviennent significatifs. Dans le quart Nord-Est de la France, où les dégâts de 1999 ont été considérables, les scientifiques ont ainsi pu démontrer que le hêtre devenait sensible au-delà de 22 à 24 mètres⁷ (figure 2).

Le facteur topographique est plus complexe à appréhender. Les dégâts sont toutefois plus prononcés sur plateau qu'en pente, et les hauts de pente sont plus touchés. Au niveau du sol, la profondeur d'enracinement potentiel a une influence sur la capacité des essences à résister au chablis selon leur architecture racinaire. Les essences à enracinement superficiel présentent ainsi une plus grande vulnérabilité aux vents forts sur des sols à profondeur limitée par un horizon compact (comme le fragipan présent en forêt de Soignes par exemple), en présence d'une charge importante en éléments grossiers ou d'une nappe d'eau superficielle.

Figure 2 – Seuil de hauteur à partir duquel le risque de chablis devient significatif pour différentes essences en France (d'après COLIN F. (2005), actes du colloque GIPECOFOR « Forêt, vent et risque »).



À l'échelle du peuplement, on note l'effet protecteur bénéfique des peuplements voisins plus hauts lorsqu'ils sont situés sous le vent. Le degré d'ouverture du peuplement influence également la stabilité chez les résineux mais agit de manière assez variable sur les feuillus, selon leur structure et leur composition. Les futaies équiennes monospécifiques sont ainsi plus sensibles aux chablis, une fois leur couvert mité, en raison de la perte de la cohésion du peuplement. Cette cohésion permet aux arbres de disperser l'énergie du vent absorbée par leur houppier¹².

Contrairement aux peuplements résineux, la stabilité des peuplements feuillus n'est pas dépendante d'un facteur d'élanement (rapport du hauteur sur le diamètre à 1,5 mètre) mais est en revanche étroitement corrélée avec l'élévation du centre de gravité de l'arbre et le développement latéral du houppier (prise au vent). Un chêne de taillis-sous-futaie court et ample peut ainsi être de même sensibilité au chablis qu'un chêne de futaie dense, nettement plus haut mais au houppier beaucoup moins développé.

Les études menées sur la hêtraie lorraine montrent une relation entre le niveau de dégâts de chablis, la vitesse du vent, la hauteur dominante et la profondeur du sol. Pratiquement nuls en dessous de 23-24 mètres de hauteur dominante, ils augmentent de manière progressive avec la hauteur. BOCK *et al.*⁶ ont ainsi démontré que les niveaux de dégâts sur sols profonds (plus de 50 cm) étaient deux à trois fois moins importants que sur sols plus superficiels. Le niveau de dégâts prédit par leur modèle peut atteindre des valeurs atteignant 70 à plus de 90 % dans les plus mauvaises conditions d'enracinement

pour des hêtraies de plus de 40 mètres de hauteur dominante.

FACTEURS DE SENSIBILITÉ DE LA HÊTRAIE SONNIENNE AU RISQUE DE CHABLIS

En forêt de Soignes, les peuplements de hêtre atteignent en moyenne 25 mètres de hauteur dominante vers 50 ans (figure 3). Dans le scénario sylvicole de la hêtraie cathédrale, cet âge correspond à la fin de la période de compression et au début des éclaircies. Au stade de maturité, après 120 ans, les peuplements atteignent entre 40 à 45 mètres de hauteur dominante. L'interprétation du risque de chablis de la hêtraie cathédrale selon le modèle lorrain⁶ conduit à une appréciation du niveau de sensibilité attendu pour la hêtraie de Soignes. En raison des hauteurs exceptionnelles observées, le taux de chablis pourrait être de plus de 30 % pour des vents de 120 à 140 km/h et de 55 % au-delà de 140 km/h, en considérant le sol le plus favorable (figure 4). Le modèle lorrain considère les conditions météorologiques similaires à celles qui ont prévalu en 1999 en Lorraine, à savoir des pluies d'une intensité exceptionnelle et des sols par conséquent particulièrement engorgés. Les auteurs s'accordent d'ailleurs sur le fait que leurs fourchettes de prédiction de leur modèle sont entachées de ce facteur aggravant.

À titre comparatif, les tempêtes du début de l'année 1990 ont généré des vents de 140 km/h à Zaventem. Ces vents occasionnèrent sur les plateaux de la partie bruxelloise du massif le basculement de peuplements entiers de vieille hêtraie sur plusieurs dizaines d'hectares, notamment dans les triages de Saint-Hubert et de Trois

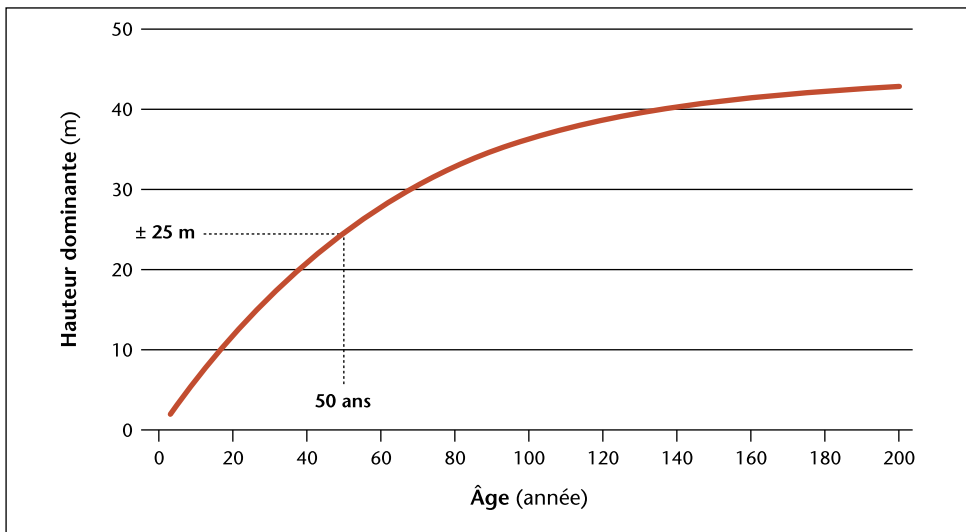
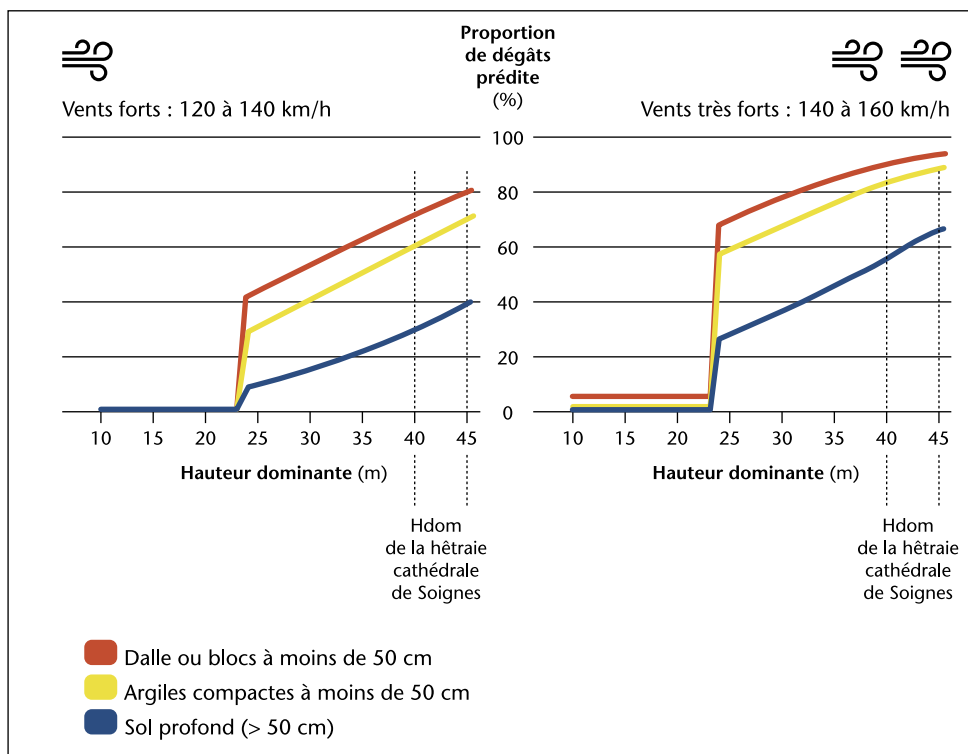


Figure 3 – Courbe de croissance moyenne en hauteur des hêtres en forêt de Soignes¹³. Nombre d'observations = 343 tiges.

Figure 4 – Prédiction du taux de dégâts de chablis en futaie régulière de hêtre sur le plateau lorrain en fonction de la hauteur dominante des peuplements, de la nature du sol et de la vitesse maximale instantanée du vent⁶. En pointillés, gamme de hauteurs dominantes de la hêtraie cathédrale de Soignes.



Fontaines. À titre d'exemple, dans le canton du Terrest (130 hectares), particulièrement touché par cet évènement, on estime à 13000 m³ le volume des bois chablis et à environ 30 % la superficie détruite. À ces dégâts massifs, s'ajoutèrent des dégâts sporadiques au sein des peuplements situés sur les pentes et dans les vallons, engendrant leur mitage. L'état de massif ayant été rompu, les vents ultérieurs s'y sont engouffrés, générant à chaque nouvelle tempête des chablis toujours plus nombreux. Pour le hêtre, essence à écorce fine, un autre effet indirect de ces chablis sont les brûlures par le soleil sur les arbres dont le tronc se retrouve brusquement exposé à la lumière directe. Ces brûlures conduisent à la mort des arbres en quelques années seulement, accentuant encore un peu plus le mitage des peuplements.

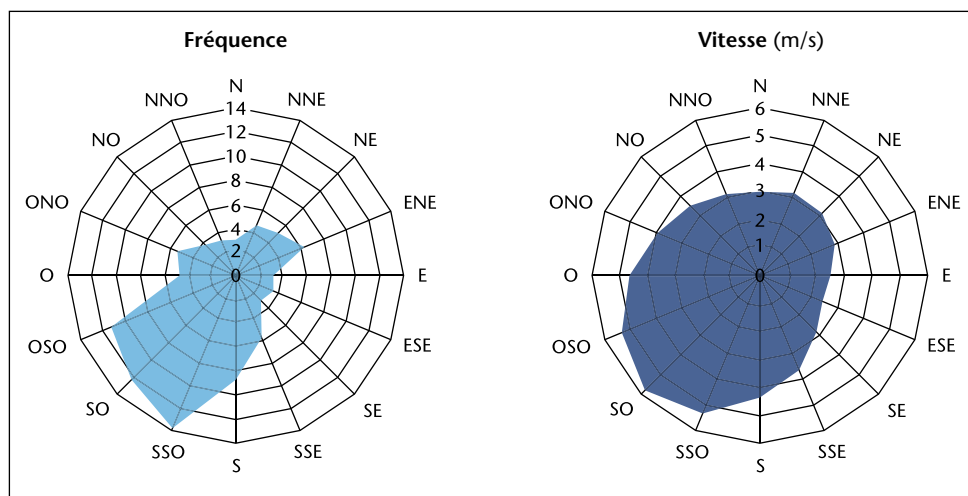
L'orientation et la périodicité des vents forts est dès lors tout à fait centrale dans le cadre d'une réflexion visant à apprécier le risque de chablis. En Belgique, les vents

dominants sont orientés sud-ouest et proviennent des dépressions météorologiques qui caractérisent notre climat, notamment en période hivernale (figure 5).

Cet élément impose le sens des coupes de régénération en forêt qui doivent s'appuyer sur des points d'appui stables et suivre une direction opposée à celle des vents dominants afin d'éviter la déstabilisation des peuplements situés en aval (figure 6).

Selon une analyse des données météorologiques de la station de Zaventem réalisée par l'IRM¹³ (figure 7), des vents de 100 km/h se produisent en moyenne plus d'une fois par an, les vents de 120 km/h tous les 5 ans et les vents forts de 140 km/h tous les 47 ans. Néanmoins, ces moyennes ne reflètent pas nécessairement la régularité des phénomènes et il faut avoir recours aux probabilités pour en connaître d'avantage. L'IRM a développé sur ce point des modèles prévisionnistes dont nous avons pu bénéficier pour l'étude¹⁶. Leurs

Figure 5 – Fréquence et vitesse annuelle moyenne des vents selon leur direction (données IRM, période 1992-2001).



estimations montrent que les pointes de vents de 100 km/h sont observées tous les 0,7 à 1,3 an avec 95 % de probabilité, les vents de 120 km/h entre 4 et 19 ans avec une probabilité de 90 % et les vents de 140 km/h tous les 56 à 207 ans avec une probabilité de 50 %. Il est donc plus difficile de donner une périodicité de retour fiable des vents les plus destructeurs, pour lesquels la période moyenne de retour masque l'aspect aléatoire du phénomène.

Le mitage régulier des peuplements généré par la succession des « petits » coups de vents annuels est donc plus à craindre, sur le long terme, que des phénomènes très destructeurs nettement plus aléatoires. Toutefois, la menace d'une tempête majeure en Soignes est non négligeable sur la durée de la révolution fixée actuellement à 200 ans¹⁸, puisque les risques d'un tel phénomène sont pratiquement d'une chance sur deux.

Figure 6 – Points d'appuis (potentiels) des coupes de régénération (lignes rouges).



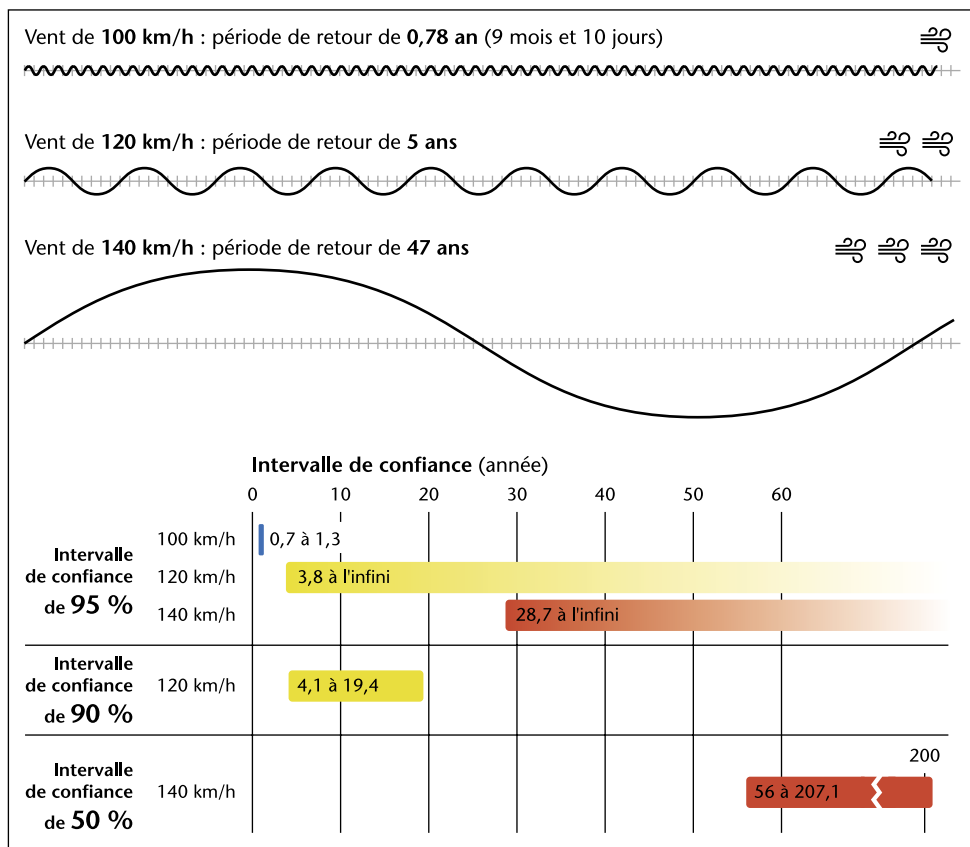


Figure 7 – Représentation des probabilités de retour des principales vitesses de vent en nombre moyen d'années et différents intervalles de confiance (certitudes) : 95 %, 90 % et 50 % (d'après IRM, communication personnelle, données climatiques de la période 1985-2004).

**IDENTIFICATION DES SECTEURS
PRIORITAIRES À RÉGÉNÉRER.**
TROIS AXES : LE RISQUE DE CHABLIS,
L'ÉTAT SANITAIRE
ET LE TERME D'EXPLOITABILITÉ

**Axe 1 : caractérisation du risque
de chablis des peuplements**

La caractérisation de la vulnérabilité des peuplements de la forêt de Soignes vis-à-vis des chablis constitue un des trois axes de la démarche d'identification des secteurs à régénérer. Elle se base sur les don-

nées de la carte des peuplements révisée en 2006 reprenant l'année de plantation et le taux de couverture pour chaque essence. Les courbes de croissance^{3, 13, 19} permettent d'estimer la hauteur dominante des peuplements en fonction de l'âge.

La méthode utilisée pour caractériser cette vulnérabilité fait appel, d'une part, à un niveau de stabilité dépendant de la hauteur et, d'autre part, au degré d'ouverture du couvert qui définit le niveau de cohésion du peuplement (effet bloc)¹³.



Les chablis diffus se produisent régulièrement en Soignes même par vent modéré. Ils dégradent un peu plus l'effet bloc des vieux peuplements de hêtres élancés de la futaie cathédrale et accentuent le risque de chablis du peuplement encore en place.

Le niveau de stabilité du peuplement est basé sur l'hypothèse, développée précédemment, qu'une hauteur seuil propre à chaque essence permette de définir la sensibilité aux chablis en cas de tempête. Les hauteurs seuils utilisées sont celles admises dans la littérature pour les espèces les plus représentées (c'est-à-dire, pour le hêtre, 24 mètres, et pour les chênes indigènes, 30 mètres) et des valeurs empiriques pour les autres espèces, d'ailleurs largement minoritaires en Soignes.

La carte qui résulte de cette analyse est une carte de vulnérabilité potentielle. Elle permet la localisation des secteurs les plus problématiques vis-à-vis du risque de chablis (figure 8) : 65 % des peuplements y sont définis comme instables, 4 % de stabilité mitigée et environ 31 % comme stables.

Il apparaît également que la majeure partie des peuplements classés instables sont des hêtraies âgées et que les plus dégradées d'entre elles sont relativement dispersées au sein du massif.

Les fausses lisières constituent une autre problématique à intégrer dans l'appréciation du risque. À la différence des vraies lisières, positionnées en bordure de massif, ces fausses lisières apparaissent brutalement lorsqu'un peuplement adulte se retrouve exposé aux vents à la suite de la suppression d'un peuplement voisin de hauteur égale ou supérieure. Les arbres de bordure qui la constituent n'ont pas la stabilité des arbres de vraie lisière et le risque de chablis est bien présent, même par vent faible, avec un effet domino à craindre. La localisation de ces fausses lisières

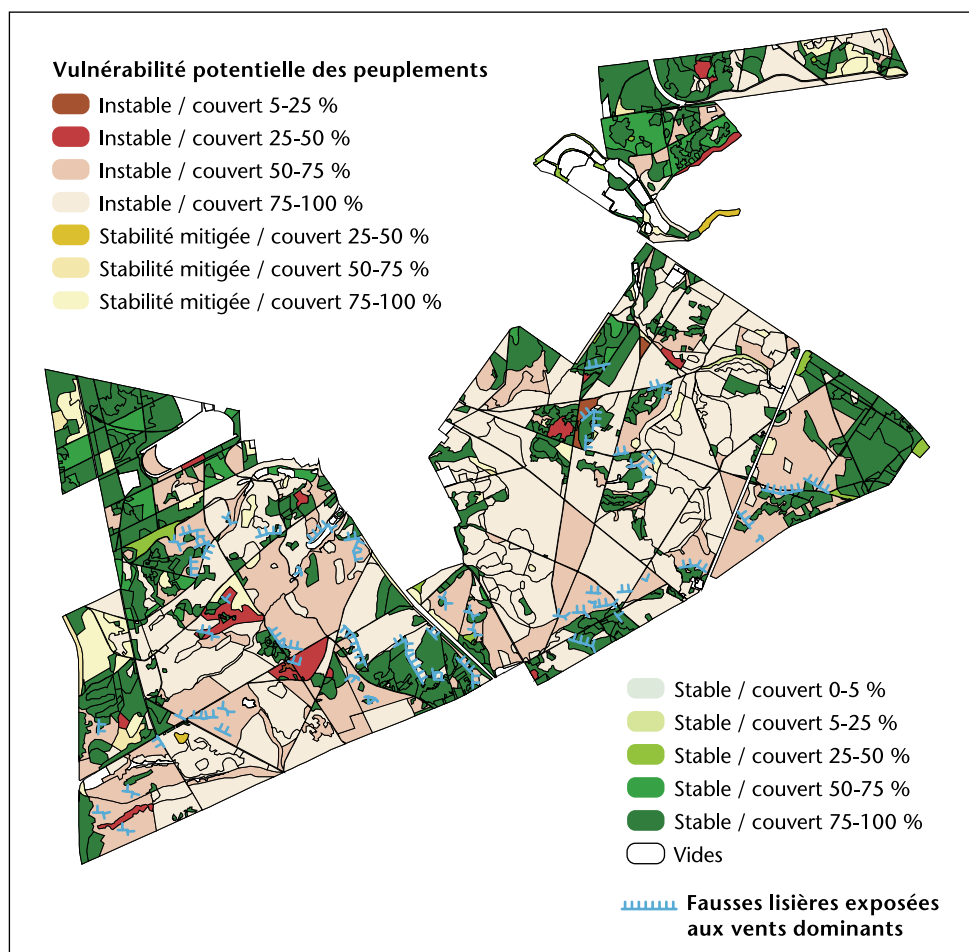
exposées aux vents dominants apporte un élément supplémentaire dans l'appréciation de la sensibilité des peuplements aux coups de vents futurs.

Axe 2 : état sanitaire des peuplements et évolution

En 2004 et 2005, un réseau de placettes de mesures avait permis d'apprécier l'état sanitaire de 404 hêtres dominants répartis selon un maillage de un point par 9 hectares

au sein des peuplements majoritairement peuplés en hêtre³. La méthode DEPEFEU¹⁰ (Dépérissement des Feuillus Forestiers, ONF) avait alors été appliquée ; celle-ci classe chaque tige sur une échelle de défoliation à cinq niveaux, de 0 (sain) à 4 (mort). Les critères utilisés concernent la moitié supérieure du houppier : présence d'échancrures ou de fenêtres, évaluation de la perte de ramification, morphologies particulières des rameaux (fouets, grap-

Figure 8 – Aperçu de la carte de vulnérabilité potentielle des peuplements.



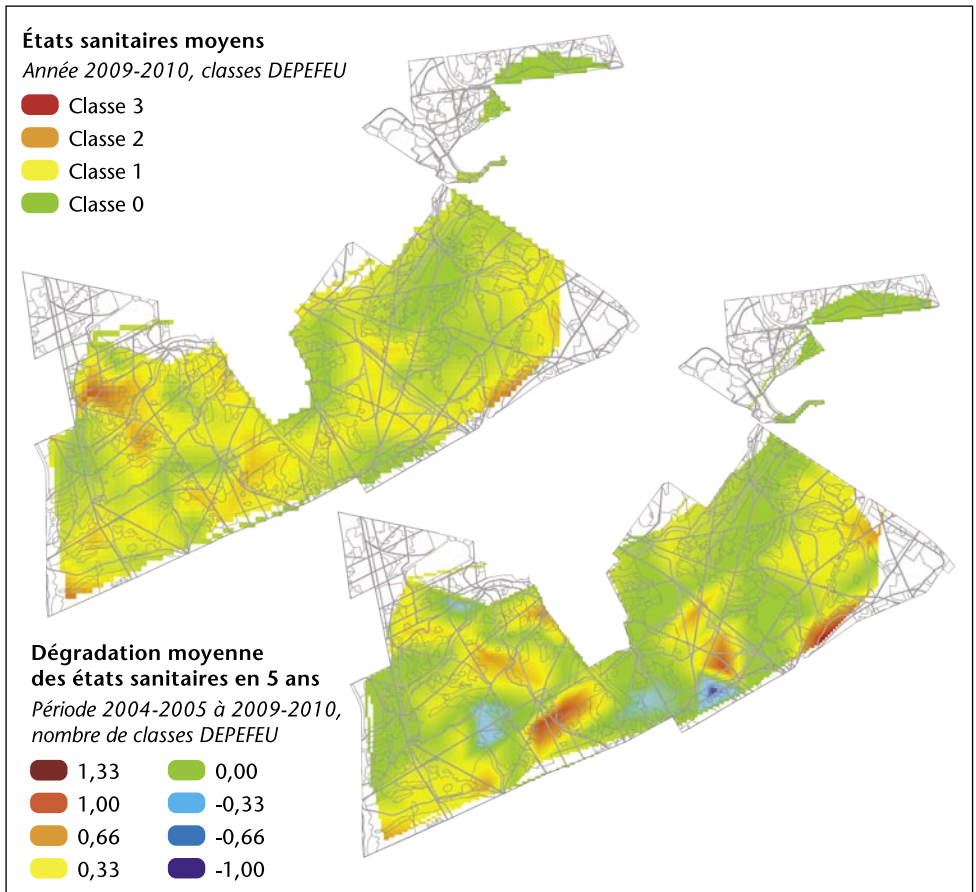
pes, griffes ou linéaires), importance des branches mortes et mortalité globale des ramifications.

En 2009 et 2010, 286 tiges ont pu être réévaluées, les autres ayant été exploitées dans l'intervalle.

Ces données ont permis de dresser des cartes de l'état sanitaire des peuplements et de son évolution sur une période de 5 ans. Le faible nombre d'arbres diagnostiqués requiert toutefois à une certaine prudence quant à l'interprétation des valeurs.

Figure 9 – Au-dessus : carte des états sanitaires de la hêtraie en 2009-2010 (n = 286). Les zones les plus affectées par un mauvais état sanitaire sont généralement des vieux peuplements (hêtraie de 1805-1806 au nord-ouest, par exemple) ou des peuplements particulièrement mités par les tempêtes (plateaux du sud-ouest ou du sud-est, par exemple).

En dessous : évolution des états sanitaires en termes de perte de vitalité. Période 2004-2005 à 2009-2010 (n = 286). La perte d'une classe DEPEFEU correspond à une diminution de la masse foliaire de l'ordre de 25 % de l'arbre.



La carte des états sanitaires (figure 9) montre l'hétérogénéité des classes sanitaires des hêtraies du massif. Si les jeunes peuplements sont généralement en bonne santé, les vieux affichent des résultats relativement contrastés, certaines zones comportant localement des niveaux de défoliation assez importants.

La carte d'évolution des états sanitaires (figure 9) montre des secteurs problématiques accusant une dégradation relativement marquée de la défoliation. Ils sont représentés par des spots rouges et concernent soit des peuplements équiennes âgés et relativement mités, soit des sur-réserves isolées au sein de jeunes peuplements.

L'analyse statistique des données montre que 78 % des arbres examinés n'ont pas changé de classe sanitaire en 5 ans, 18 % ont évolué défavorablement en perdant une classe et moins de 2 % ont perdu deux classes. Une petite fraction de l'échantillon s'est par ailleurs améliorée d'une classe (2 %). Lorsqu'on examine plus particulièrement l'évolution des arbres classés sains en 2004-2005, on constate que 25 % d'entre eux ont été rétrogradés d'une classe en 5 ans.

En définitive, il semble que l'évolution généralement défavorable de l'état sanitaire des hêtres puisse être associée à l'état de dégradation du couvert des peuplements et à leur âge.

Axe 3 : terme d'exploitabilité

Les termes d'exploitabilité appliqués en forêt de Soignes correspondent aux objectifs sociaux et paysagers du plan de gestion. Ils sont donc relativement élevés : 300 ans pour les chênes indigènes, 200 ans pour le hêtre, 150 ans pour

les feuillus précieux et 160 ans pour les résineux¹⁸.

La détermination des secteurs prioritaires à régénérer doit également intégrer l'analyse des superficies proches du terme d'exploitabilité et leur distribution spatiale (figure 10).

Les chiffres de 2010 sont éloquentes et rendent compte du déséquilibre des classes d'âge de la hêtraie : 83 hectares (5 % du massif) ont dépassé leur terme d'exploitabilité, en grande majorité depuis moins de 10 ans, et 367 hectares (22 % du massif) viendront à terme dans les 10 ans à venir.

Dès lors, l'ampleur des surfaces concernées nécessite d'autant plus une sélection des secteurs les plus critiques en termes de sensibilité au vent et d'état sanitaire. La détermination des zones prioritaires doit tenir compte de la situation géographique des peuplements, le sens de progression des coupes de régénération étant imposé par l'orientation des vents dominants. Les coupes de régénération doivent par conséquent s'appuyer sur des zones stables, ou points d'appuis, non affectées par le découvert créé par les mises à blanc.

SYNTHÈSE : PROPOSITION D'UNE STRATÉGIE DE RÉGÉNÉRATION

L'identification des secteurs prioritaires à régénérer est fondée sur une démarche d'analyse multicritères combinant les données relatives à la stabilité des peuplements, à leur localisation géographique au sein du massif et en particulier à l'existence de points d'appui, à leur état

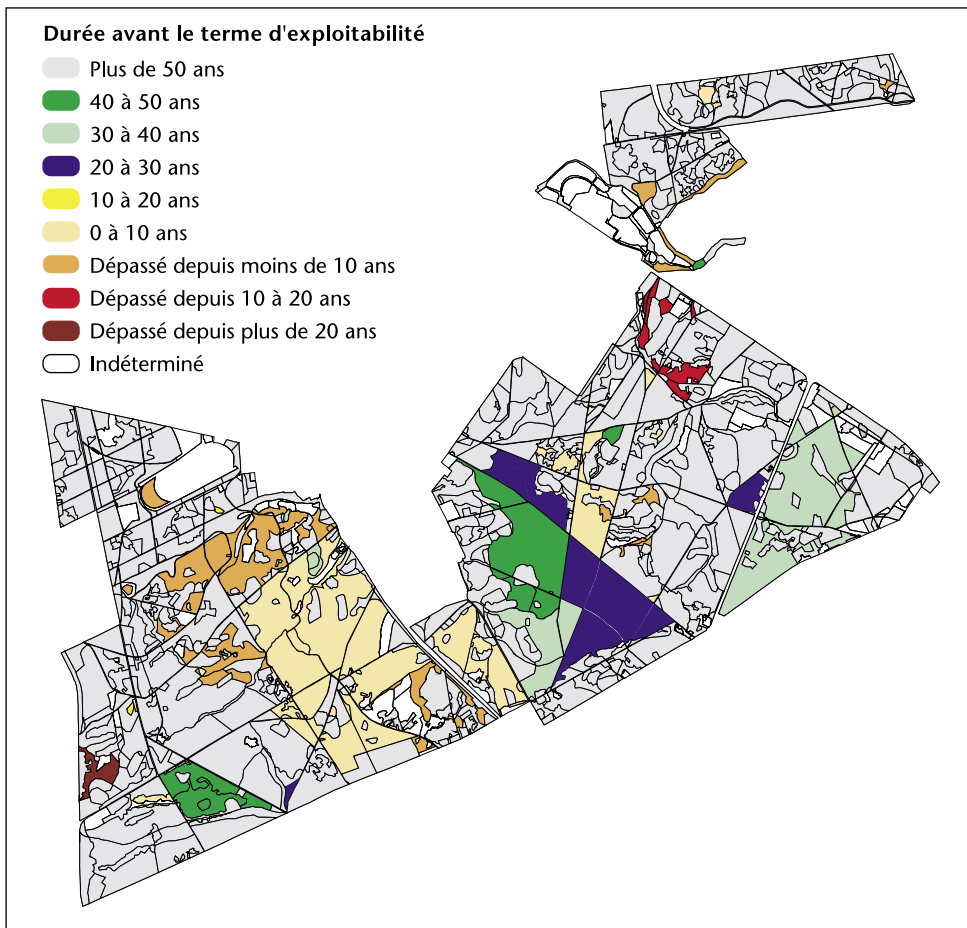


Figure 10 – Aperçu de la carte de la durée restant avant la coupe finale.

sanitaire et à leur âge vis-à-vis du terme d'exploitabilité.

Globalement, on observe que les peuplements instables les plus dégradés ne sont pas nécessairement les plus proches du terme d'exploitabilité. Aussi, notre analyse s'est-elle focalisée prioritairement sur l'examen des peuplements arrivés au terme d'exploitabilité ou au-delà du terme, puis, dans un deuxième temps, aux peuplements instables dont le terme

d'exploitabilité est éloigné de moins de 10 ans.

Ces investigations ont conduit à la sélection de trois secteurs prioritaires (figure 11) : le canton du Terrest (40 hectares* de hêtraie 1845-1855) ainsi que deux zones contiguës s'étendant sur la moitié est de la première brigade (36 hectares* de hêtraie 1806-1808 et 112 hectares* de

* État des peuplements en 2010.

hêtraie 1816-1819). Pour chacun des secteurs, des coupes successives de régénération pourront être mise en œuvre, du nord-est vers le sud-ouest, en s'appuyant sur différents points d'appui : autoroute E411, voie de chemin de fer ou jeunes peuplements stables.

La situation géographique particulière du canton du Terrest (130 hectares) en fait un des secteurs les plus sensibles (figure 12). Bordé par le ring à l'ouest et

l'autoroute E411 au nord, il est densément fréquenté par des cavaliers ou des promeneurs. Des manèges sont implantés en bordure du canton du Terrest, plusieurs parkings ont été aménagés sur la limite régionale et une assez forte densité de chemins sillonne le canton. L'ensemble de la zone est affecté par :

- une dégradation des lisières sud-ouest exposées aux vents dominants ;
- un mitage de la hêtraie (trouées et couloirs à vents ainsi que coups de soleil) ;

Figure 11 – Localisation des secteurs prioritaires à régénérer.

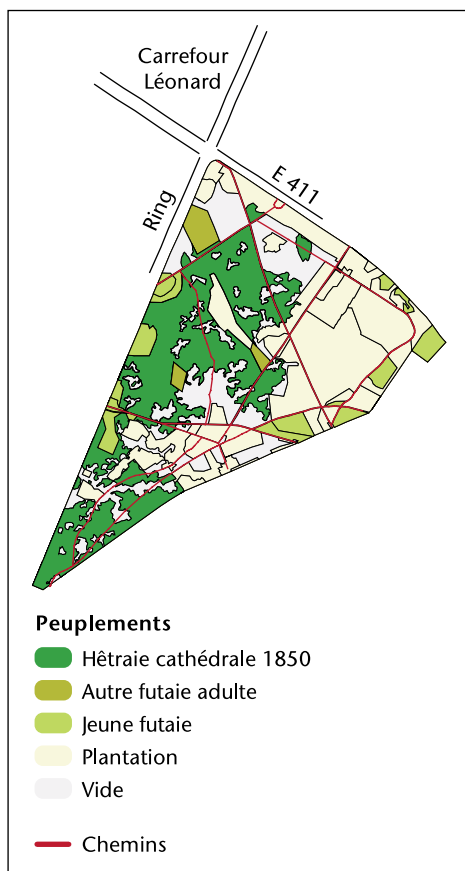


- et une tendance à la dégradation rapide de l'état sanitaire des arbres dominants.

De plus, la partie la plus dégradée du canton est située à son extrémité sud-ouest et ne peut donc être régénérée qu'en dernier lieu, au risque de voir basculer l'ensemble de la hêtraie en cas de tempête. Différentes mesures alternatives ont été envisagées pour éviter le recours à la coupe rase, mais aucune n'était satisfaisante ; en effet :

- des coupes d'éclaircie n'auraient pas amélioré le déclin sanitaire des vieux hêtres ;

Figure 12 – Cartographie du canton du Terrest réa-lisée en 2009 laissant apparaître le mitage de la lisière sud-ouest et des peuplements âgés.



- le prélèvement des arbres dépérissants aurait mis à mal la stabilité du massif en le mitant un peu plus ;
- la sécurisation des lisières périphériques aurait sans nul doute conduit au basculement progressif des peuplements attenants, provoquant d'incessants chablis à chaque coup de vent et des brûlures par le soleil, à l'instar de ce qui est advenu dans la partie wallonne suite à la création de l'échangeur Derscheid.

La seule option possible était dès lors l'application d'un programme de régénération dynamique visant à limiter la durée d'exposition des peuplements aux tempêtes ; un plan a été proposé en ce sens sur une durée de 7 ans et selon deux fronts de régénération. Pour atténuer l'impact paysager de la mise en œuvre de ce programme de régénération du canton du Terrest, des îlots de vieillissement et de sénescence ont été maintenus conformément aux recommandations prescrites dans l'étude paysagère⁵.

Bien que l'étude ait permis de cibler les secteurs prioritaires à régénérer, le gestionnaire est tenu de ventiler l'effort de régénération de 15 ha/an prévu dans le plan de gestion. Les méthodes et les moyens matériels et humains doivent en outre être rationalisés afin de répondre au rythme soutenu des reboisements et de leurs entretiens ultérieurs.

CONCLUSION

La hêtraie sonienne, réputée pour sa hêtraie cathédrale, est particulièrement sensible au risque lié aux vents en raison de la hauteur qu'atteignent les hêtres à leur maturité (résultant des conditions

stationnelles et du traitement sylvicole) et du régime de la futaie régulière débutée à l'époque autrichienne (18^e siècle) pour restaurer la forêt. L'instabilité des peuplements, couplée au vieillissement de la forêt, constituent ainsi des préoccupations majeures pour le gestionnaire. La surreprésentation des peuplements âgés au détriment des jeunes classes d'âges – conséquence de l'allongement de la révolution depuis le milieu du 19^e siècle – ne pourra être résorbée qu'à moyen terme, au prix de coupes et de reboisements assez soutenus. Le maintien de certains peuplements bien au-delà de leur terme d'exploitabilité est ainsi inévitable, leur faisant courir d'autant plus un risque de chablis. L'effort de régénération, qui détermine la superficie globale des peuplements à régénérer chaque année, permet de résorber en partie ce déséquilibre sur la durée du plan de gestion. Mais sa mise en œuvre doit être raisonnée à l'échelle du massif en tenant compte d'un ensemble de contraintes relatives à la stabilité des peuplements. En effet, on ne pardonnerait pas au gestionnaire d'être, par ses choix techniques, à l'origine du basculement de pans de la forêt. Ni de compromettre la sécurité des nombreux promeneurs qui fréquentent la forêt, ou celle des riverains qui habitent en lisière du massif ou encore des personnes qui utilisent les axes de circulation qui traversent la forêt (routes, ring 0, autoroute E411 et ligne de chemin de fer). Les risques de chute d'arbres doivent être minimisés.

La mise en œuvre d'un effort de régénération doit respecter deux principes sylvicoles fondamentaux afin d'éviter de déstabiliser les peuplements. Tout d'abord, prendre appui sur des zones stables (la E411, la voie ferrée et le ring 0 pour la par-

tie bruxelloise de la forêt de Soignes). Ensuite, orienter la succession des coupes à l'encontre des vents dominants (dans nos contrées, dans le sens nord-est sud-ouest). Ces principes guident le choix des secteurs à régénérer et justifient que l'on ne puisse pas nécessairement traiter en priorité les peuplements qui ont déjà atteint le terme d'exploitabilité. En définitive, sur la partie bruxelloise de la forêt de Soignes, trois secteurs ont été désignés comme étant à régénérer prioritairement. En 2010, ces secteurs représentaient une superficie totale de 188 hectares de hêtraie sur les 450 hectares dont le terme d'exploitabilité est dépassé ou qui sera atteint dans moins de 10 ans.

La prise en compte du risque de déstabilisation des peuplements par le vent n'est pas une préoccupation spécifique des forestiers bruxellois. Elle est de plus en plus intégrée dans les politiques forestières comme en France par exemple, comme le confirme cet extrait du plan d'aménagement de la forêt de Retz¹¹ (Picardie, France) : « *Pour minimiser le risque de dégât de tempêtes sur les hêtraies (notamment le temps d'exposition à cet aléa, durant chaque cycle sylvicole), les âges d'exploitabilité sont optimisés pour produire à terme du bois de meilleure qualité, de gros diamètres, plus rapidement (sylviculture appliquée aux jeunes peuplements actuels)* ». La prise en considération de ce risque doit permettre de développer des forêts plus stables, moins soumises aux aléas dus aux vents. ■

BIBLIOGRAPHIE

¹¹ BAAR F. [2000]. La sylviculture face au vent : qui veut la paix prépare la guerre. *Forêt Wallonne* 45 : 11-17.

- ² BAAR F., BAILLY M. [2000]. Quand le vent souffle la forêt. *Forêt Wallonne* 45 : 2-10.
- ³ BALLEUX P., TIMAL G. [2005]. *Étude des critères dendrométriques qui doivent permettre d'assurer la suivi des peuplements de hêtre vers l'objectif de maintien de la hêtraie cathédrale*. Trois rapports d'études CDAF, 63 p., 53 p. et 81 p.
- ⁴ BIROT Y., LANDMANN G., BONHÊME I. [2009]. *La forêt face aux tempêtes*. Editions Quae, 433 p.
- ⁵ BLIN M. [2012]. *Étude paysagère de la forêt de Soignes*. Rapport de convention BE-ONF, Bureau d'étude Bourgogne-Champagne-Ardenne, Dijon, 305 p.
- ⁶ BOCK J., VINKLER I., DUPLAT P., RENAUD J.-P. [2004]. Stabilité au vent des hêtraies : les enseignements de la tempête de 1999. Dossier Facteurs de stabilité des peuplements. *Forêt Entreprise* 156 : 34-38.
- ⁷ COLLIN F. [2005]. *Sylviculture, aménagements et gestion du risque tempête en forêt*. Diapositives et compte-rendu de colloque GIP-ECOFOR « Forêt, vent et risque » du 16 et 17 mars 2005, www.gip-ecofor.org.
- ⁸ DELVAUX J. [1984]. Forêt de Soignes. Propos d'un iconoclaste. *Les Naturalistes belges* 65(1) : 1-45.
- ⁹ MAZIERS M. [2009]. Routes et chemins traversant la forêt. In *La forêt de Soignes, Connaissances nouvelles pour un patrimoine d'avenir*, Mardaga, Wavre, p. 23-32.
- ¹⁰ NAGELEISEN L.-M. [1995]. *Méthode d'évaluation de l'aspect du houppier (protocole Depefe)*. Département de la Santé des Forêts, Échelon technique Nord-Est, Nancy, 12 p.
- ¹¹ ONF [2006]. *Aménagement forestier. Forêt domaniale de Retz. 2013-2032. Révision d'aménagement*. DRA Picardie, 150 p. + annexes.
- ¹² SCHÜTZ J.-P. [2000]. Relations vents-forêts. *Dossier de l'environnement INRA* 20 : 198-209.
- ¹³ TIMAL G. [2010]. *Mission d'appui à la régénération de la forêt de Soignes. Identification des secteurs prioritaires à régénérer*. Rapport d'étude, BE IBGE, 33 p. + annexes.
- ¹⁴ TIMAL G. [2010]. *Mission d'appui à la régénération de la forêt de Soignes. Canton du Terrest : analyse des risques pour la sécurité*. Rapport d'étude complémentaire, BE-IBGE, 10 p. + annexes.
- ¹⁵ TIMAL G. [2006]. *Projet de soutien au plan de régénération de l'IBGE : programme des coupes de 2006*. Rapport d'étude, BE-IBGE, 8 p. + annexes.
- ¹⁶ VAN DE VYVER H., DELCLOO A. [2008]. Stable estimations for extreme wind speeds. An application to Belgium. *Theoretical and Applied Climatology* 91(1-4) : 417-429
- ¹⁷ VANWIJNSBERGHE S., HUVENNE P., PLUMIER J.-F. [2007]. Tempête du 18 janvier 2007. Bilan et conséquences sur la forêt. *Soignes-Zoniën* 2 : 3 et 8-10.
- ¹⁸ VANWIJNSBERGHE S. [2003]. *Plan de gestion de la Forêt de Soignes. Partie de Bruxelles-Capitale*. IBGE, 2003, 163 p. + 18 annexes.
- ¹⁹ WEISSEN F. [1991]. *Le fichier écologique des essences. Tomes 1 et 2*. Ministère de la Région Wallonne, 45 et 190 p.

GRÉGORY TIMAL

g.timal@cdaf.be

CDAF asbl

Route de la Fagne 34

B-6460 Chimay

STÉPHANE VANWIJNSBERGHE

svanwijnsberghe@

environnement.irisnet.be

Bruxelles Environnement

Site de Tour & Taxis

Avenue du Port 86C/3000

B-1000 Bruxelles