



HAL
open science

Evolution du peuplement ligneux de la réserve biologique du Gros Fouteau en forêt de Fontainebleau entre 1971 et 2003.

Max Bédéneau

► **To cite this version:**

Max Bédéneau. Evolution du peuplement ligneux de la réserve biologique du Gros Fouteau en forêt de Fontainebleau entre 1971 et 2003.. *Revue forestière française*, 2005, 57 (6), pp.525-535. <10.4267/2042/5008>. <hal-03449271>

HAL Id: hal-03449271

<https://hal.science/hal-03449271v1>

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

ÉVOLUTION DU PEUPEMENT LIGNEUX DE LA RÉSERVE BIOLOGIQUE DU GROS FOUTEAU EN FORÊT DE FONTAINEBLEAU ENTRE 1971 ET 2003

MAX BÉDÉNEAU

La réserve biologique intégrale du Gros Fouteau se trouve en forêt de Fontainebleau (environ 50 km au sud-est de Paris). Cette parcelle de 23 ha est classée réserve biologique intégrale depuis 1953. Elle s'étend sur un plateau calcaire, recouvert de sables éoliens, d'une altitude moyenne de 130 m, recevant une pluviométrie de 715 mm/an. Le sol, d'une épaisseur variant de 0,5 à 2 m, comprend ce sable et la partie supérieure du gravier calcaire. On peut distinguer trois groupements végétaux :

- hêtraie à cortège de mésotrophes neutrophiles : *Ruscus aculeatus*, *Melica uniflora* et *Brachypodium silvaticum* sont abondants,
- hêtraie appauvrie en neutrophiles qui cohabitent avec des acidiphiles : *Carex pilulifera*, *Pteridium aquilinum*, et riche en *Ilex aquifolium*,
- chênaie-hêtraie acidiphile comprenant, en plus des espèces précédentes, *Descampsia flexuosa* et *Leucobryum glaucum*.

La dernière coupe à blanc remonterait à 1372 (Tendron, 1982), et toute pratique sylvicole aurait été absente ou très légère depuis lors, particulièrement du fait du classement en chasses royales sous Louis XIV, puis du statut de réserve artistique à la fin du XIX^e siècle (Pontailier *et al.*, 1997).

L'absence d'interventions sylvicoles depuis de longues périodes fait du Gros Fouteau, avec la réserve de la Tillaie (Bédéneau, 2003), un milieu presque unique en France, dans lequel la dynamique de la forêt s'approche d'une dynamique naturelle (Guinier, 1950 ; Faille *et al.*, 1984 ; Lemée, 1990).

En 1971, une première cartographie des peuplements ligneux du Gros Fouteau a été réalisée par Bidaud et Bédéneau (1971). Afin d'étudier l'évolution des différentes strates dans le peuplement ligneux, nous avons réalisé une nouvelle cartographie similaire, 30 ans après (cf. figure 1, p. 526). Comme pour la réserve biologique de la Tillaie, cette cartographie répond au besoin d'acquérir des données individuelles et spatialisées dans de tels peuplements (Goreaud, 2000), et facilitera les études futures et le suivi à plus long terme de ce peuplement unique.

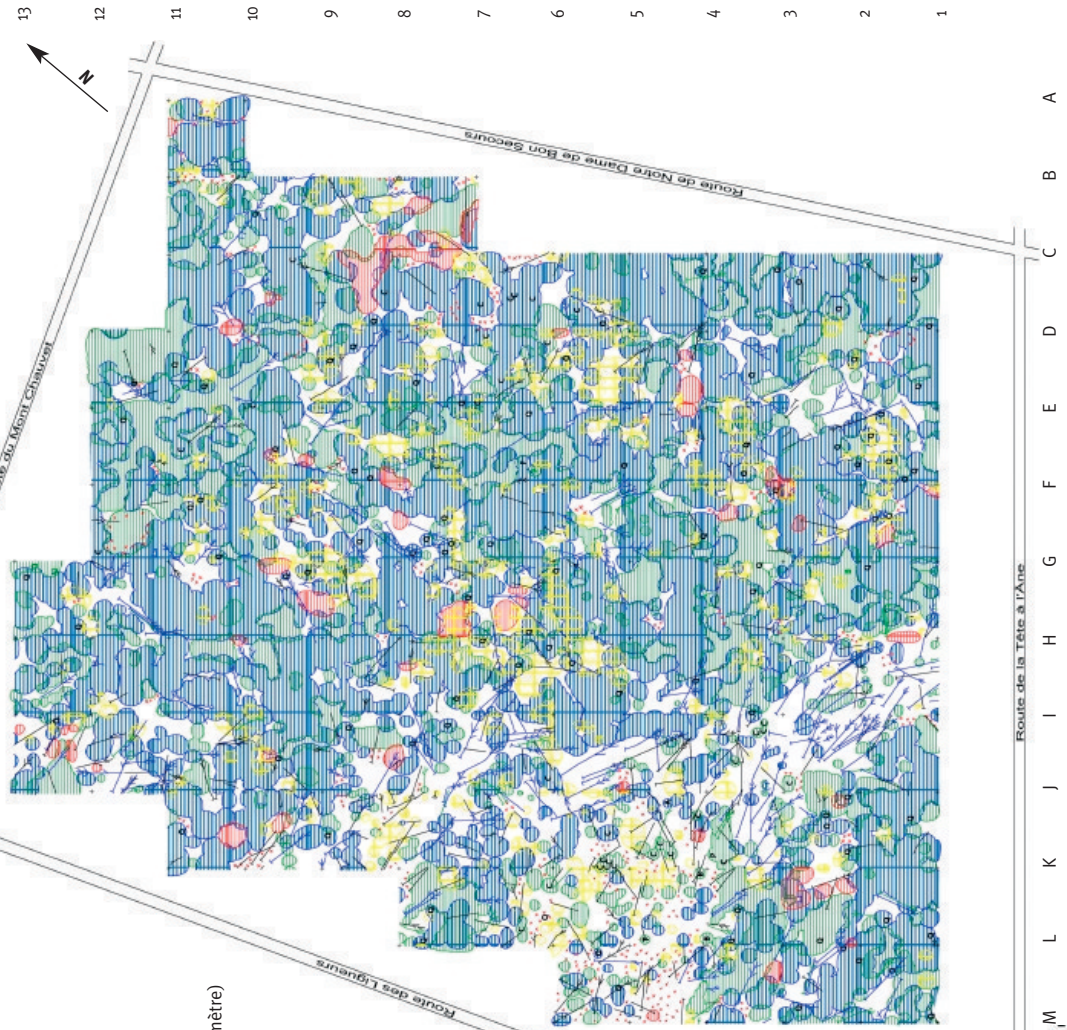
MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons utilisé, pour la cartographie, la même méthode que dans la réserve biologique intégrale de la Tillaie (Bédéneau, 2003) :

- nous avons mis en place un réseau à maille carrée de 40 m sur 40 m ;

Surface totale : 23,30 ha
 Surface cartographiée : 16,96 ha
 Échelle : 1/1000

FIGURE 1
 Forêt de Fontainebleau
LE GROS FOUTEAU
 Parcelle n° 277
CARTE DU PEUPELEMENT LIGNEUX
 Septembre 2003



- | | |
|--|---|
| | Fourré, gaulis (jusqu'à 10 cm de diamètre) |
| | Fourré, gaulis discontinu (jusqu'à 10 cm de diamètre) |
| | Jeune futaie (diamètre supérieur à 10 cm et inférieur à 30 cm) |
| | Étage dominant (diamètre supérieur à 30 cm) |
| | Houx (<i>Ilex aquifolium</i> L.) |
| | Chablis et volis issus de la tempête de décembre 1999 (la couleur correspond à la catégorie de l'arbre) |
| | Chablis et volis antérieurs à 1999 |
| | Piquetage (40 m x 40 m) |

Essences figurées
 en noir : diamètre à 1,30 m supérieur à 30 cm
 en vert : diamètre à 1,30 m supérieur à 10 cm et inférieur à 30 cm

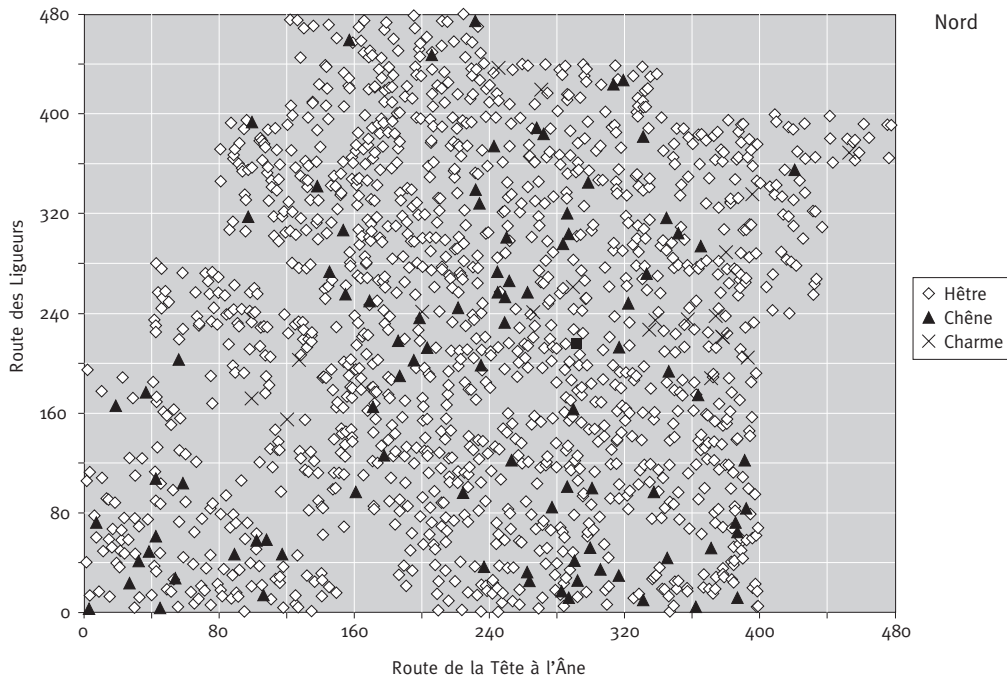
- A : Alisier
- B : Bouleau
- C : Charme
- F : Frêne
- P : Merisier
- Q : Chêne
- T : Tilleul
- sans indication : Hêtre

Carte levée et dressée
 par M. Bédéneau et A. Moreau
 (INRA - Orléans - UAGPF)
 avec le soutien
 de l'Office national des Forêts

— nous avons déterminé la position des nœuds du réseau à l'aide d'un théodolite Leica Wild TC 500, avec télémètre à réflectométrie infrarouge. Les nœuds du quadrillage ont été matérialisés par des balises métalliques enfouies ;

— nous avons relevé la position des arbres de diamètre à 1,30 m supérieur à 30 cm (figure 2), en nous plaçant successivement au centre de groupes de 4 carrés élémentaires.

FIGURE 2 **RÉPARTITION DES ARBRES VIVANTS EN 2003**
La figure est orientée nord-sud selon son axe vertical



Nous avons ensuite cartographié les surfaces occupées par les trois strates, définies par des seuils de grosseur de diamètre (Bidaud *et al.*, 1973 ; Bouchon *et al.*, 1973), et le Houx :

- fourrés et gaulis : arbres de diamètre inférieur à 7 cm (figure 3, p. 528) ;
- bas et haut perchis : arbres des catégories de 10 à 30 cm de diamètre à 1,30 m (figure 4, p. 528) ;
- moyenne et haute futaie : arbres dont le diamètre à 1,30 m est au moins égal à 30 cm (figure 5, p. 528) ;
- houx : arbre de hauteur supérieure à 1,30 m (figure 6, p. 528).

Pour établir la limite de ces strates, nous avons procédé comme indiqué dans Bédéneau (2003), c'est-à-dire en projetant les couronnes des différentes strates. Nous avons également relevé la position de chaque chablis, en différenciant ceux qui sont issus des tempêtes, respectivement de 1968 et de décembre 1999, et ceux plus anciens dont la longueur est encore mesurable. La précision des limites des strates et des longueurs des troncs abattus est de l'ordre de 1 à 2 mètres.

Les cartes obtenues sur le terrain ont été numérisées individuellement, puis assemblées, pour obtenir la cartographie de l'ensemble de la parcelle.

L'inventaire complet des tiges de diamètre supérieur à 30 cm à 1,30 m a été effectué durant l'hiver 2003-2004, en utilisant un compas forestier gradué en classe de 1 cm, comme cela avait été fait pour la précédente cartographie lors de l'hiver 1971-1972.

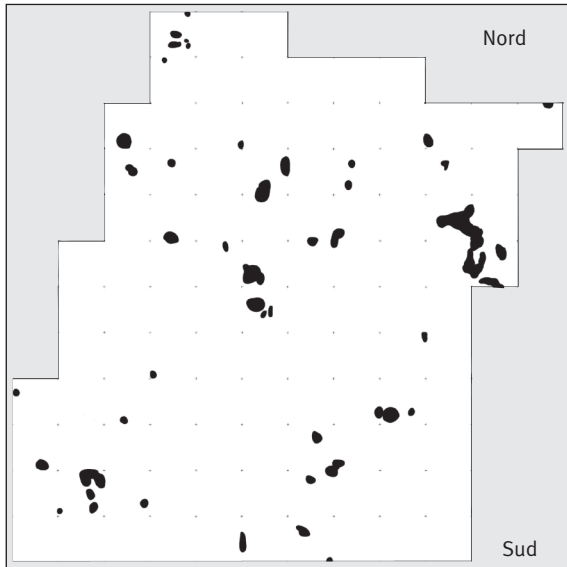


FIGURE 3
RÉPARTITION DES FOURRÉS ET GAULIS
(en noir) EN 2003

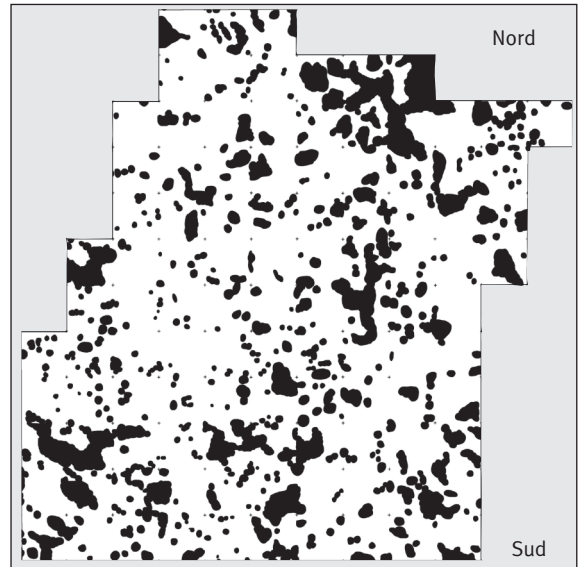


FIGURE 4
RÉPARTITION DES PERCHIS (en noir) EN 2003

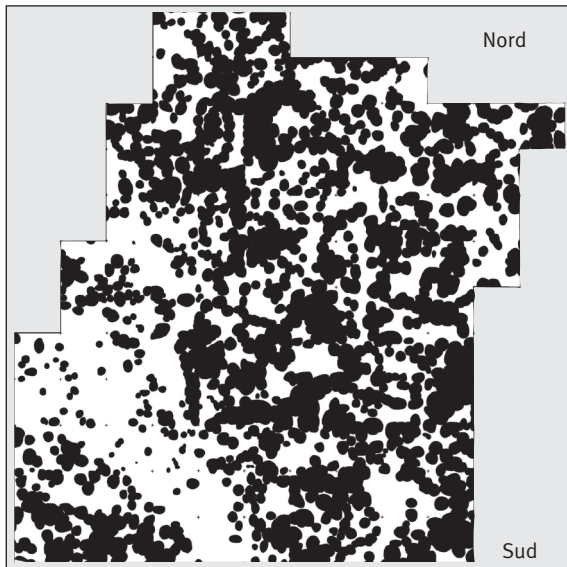


FIGURE 5
RÉPARTITION DE LA FUTAIE (en noir) EN 2003

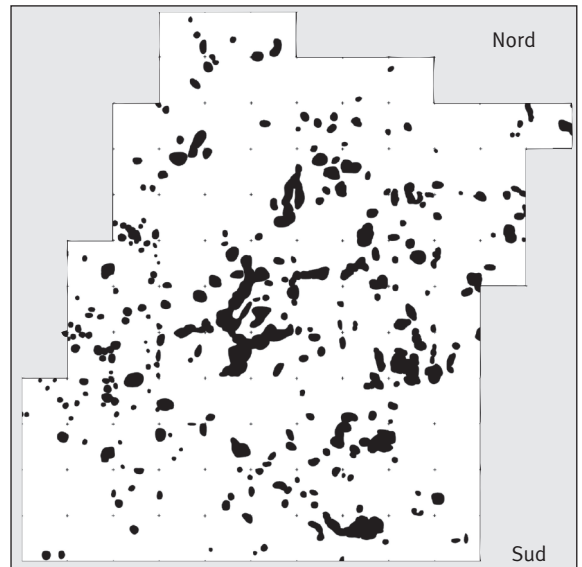


FIGURE 6
RÉPARTITION DU HOUX (en noir) EN 2003

RÉSULTATS

Composition

Le peuplement ligneux est constitué par :

- le Hêtre, qui est de loin l'essence dominante. La régénération est réduite à quelques taches éparses en 2003 (alors qu'elle était abondante en 1971) ;
- le Chêne, assez bien réparti dans la parcelle, comprenant quelques sujets à la cime endommagée. Nous n'avons observé aucun semis (c'était déjà le cas en 1971) ;
- le Charme, présent dans l'étage du perchis en mélange avec le Hêtre ;
- diverses essences (Alisier, Bouleau, Érable champêtre, Frêne), sous forme éparses, dans le gaulis perchis, plus rarement dans la haute futaie ;
- le Houx, omniprésent et très vigoureux.

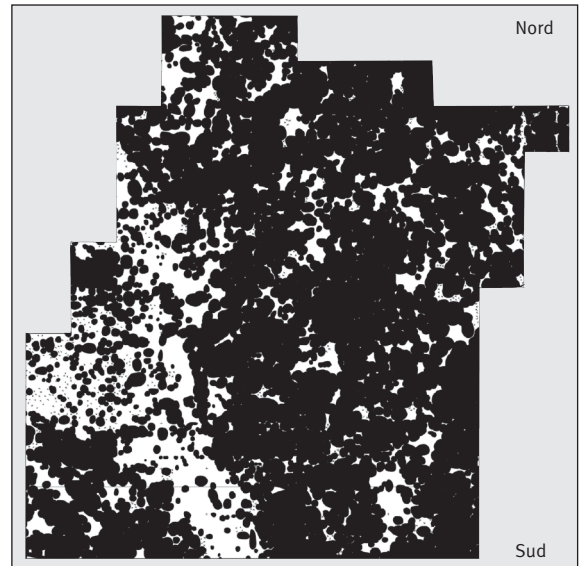


FIGURE 7
RÉPARTITION DES CLAIRIÈRES (en clair) EN 2003

Structure

Le peuplement est constitué de strates disjointes, caractéristiques d'une forêt non exploitée. En 1971, les interstices laissés par la haute et moyenne futaie étaient comblés par la régénération constituée de Hêtre. Les clairières étaient peu nombreuses et peu étendues.

En 2004, l'espace de régénération a considérablement réduit. La futaie occupe une majorité du terrain, les interstices sont comblés par le perchis, parfois, çà et là, par de faibles taches de régénération de Hêtre. Les clairières sont peu nombreuses au nord. La tempête de 1999 a ouvert un couloir orienté ouest-est, situé au sud-ouest de la parcelle, sur une largeur d'environ 60 mètres (figure 7, ci-dessus). Au bout de cet espace, à l'ouest de la parcelle, une maigre régénération sporadique tente de s'installer dans des espaces fortement colonisés par *Calamagrostis epigeios*, *Brachypodium pinnatum*, *Rubus fruticosus* et *Phytolacca americana*.

Le tableau I présente la répartition des strates lors des deux passages.

Le total des surfaces est supérieur à 100 %, car il y a recouvrement des strates.

TABLEAU I
Pourcentage de la surface occupée par les différentes strates
lors des deux cartographies

Strate	1971	2003	Variation 2003-1971
Fourré-gaulis	39 %	6 %	- 33 %
Perchis	22 %	26 %	4 %
Futaie	31 %	59 %	28 %
Houx	9 %	11 %	2 %
Clairières.....	9 %	24 %	15 %

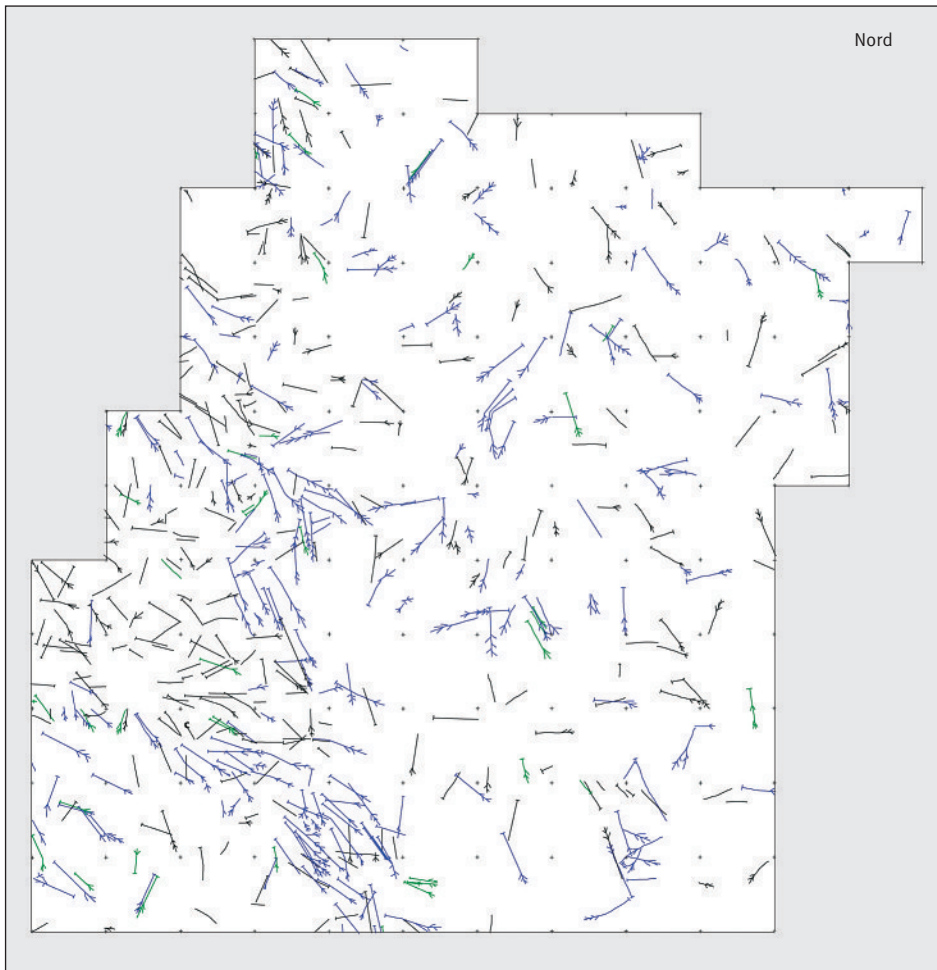
En 1971, les chablis étaient bien répartis sur l'ensemble de la parcelle. Au nombre de 42, ils avaient une orientation générale ouest-est.

En 2003, on compte 142 chablis, dont plus de 60 dans la trouée située à l'ouest de la parcelle (figure 8, ci-dessous). Le nombre de chablis correspond à un taux de prélèvement de 10 %.

FIGURE 8

RÉPARTITION DES CHABLIS

Les arbres tombés en 1999 sont figurés en bleu



En utilisant la position des arbres, nous avons également pu étudier la structure spatiale du peuplement. Nous avons pour cela utilisé la fonction de Ripley $L(r)$ et l'intertype $L_{12}(r)$, qui mesurent respectivement le niveau d'agrégation d'une population et le niveau d'attraction entre deux populations (voir Goreaud, 2000 pour plus de détail). Si on exclut la zone sud-ouest de la réserve, qui correspond aux clairières ouvertes par la tempête de 1999 et forme une source d'hétérogénéité dans la structure, dans le reste du peuplement la structure spatiale des Hêtres, ainsi que celle des Chênes, n'est pas significativement différente d'une répartition complètement aléatoire (figure 9, p. 531).

FIGURE 9 ANALYSE DE LA STRUCTURE SPATIALE DE LA RÉSERVE DU GROS FOUTEAU
Fonction $L(r)$ (en noir),

qui estime le degré d'agrégation des arbres d'une essence donnée, pour différentes distances d'analyse

Les courbes en grisé correspondent à l'intervalle de confiance pour l'hypothèse nulle de structure aléatoire. Ici, pour le Hêtre (a) comme pour le Chêne (b), les valeurs restent dans l'intervalle de confiance à toutes les distances : les arbres ne présentent pas de structure spatiale significative.

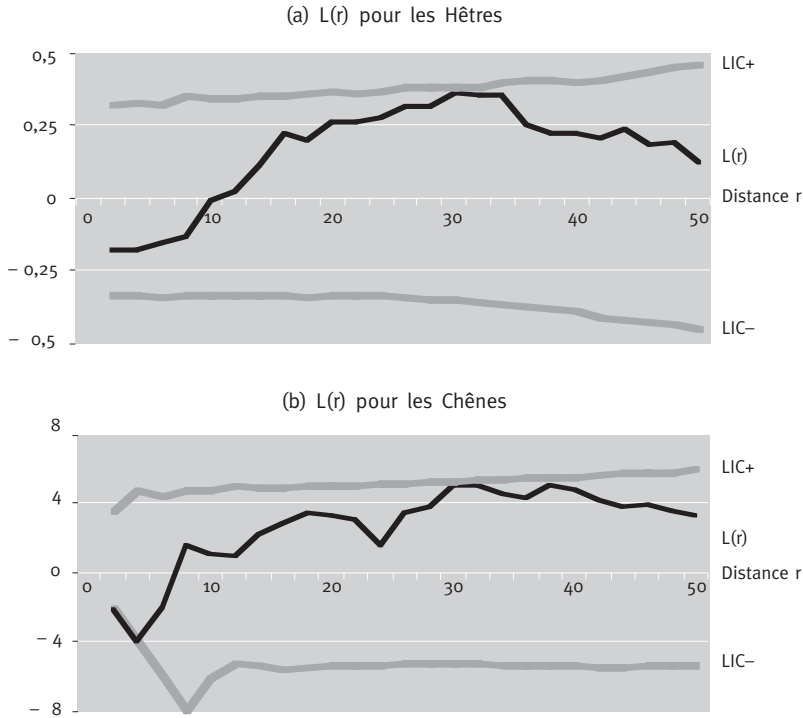
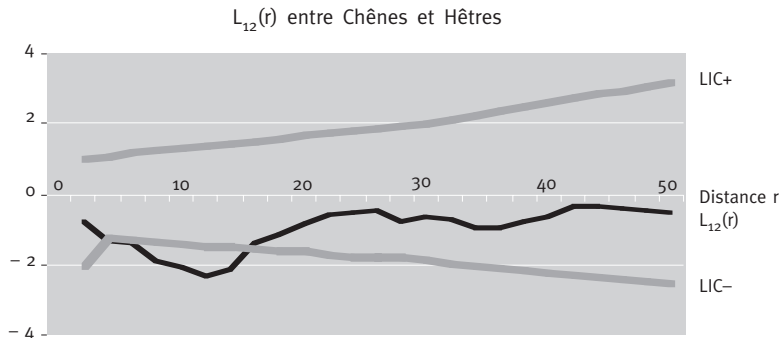


FIGURE 10 ANALYSE DE LA STRUCTURE SPATIALE DE LA RÉSERVE DU GROS FOUTEAU
Fonction intertype $L_{12}(r)$ (en noir),
qui estime le degré d'attraction entre les Chênes et les Hêtres

Les courbes en grisé correspondent à l'intervalle de confiance pour l'hypothèse nulle d'indépendance entre les essences. Ici, les valeurs sortent de l'intervalle de confiance pour des distances d'analyse de 6 à 16 m, ce qui correspond à une structure de répulsion entre le Chêne et le Hêtre.



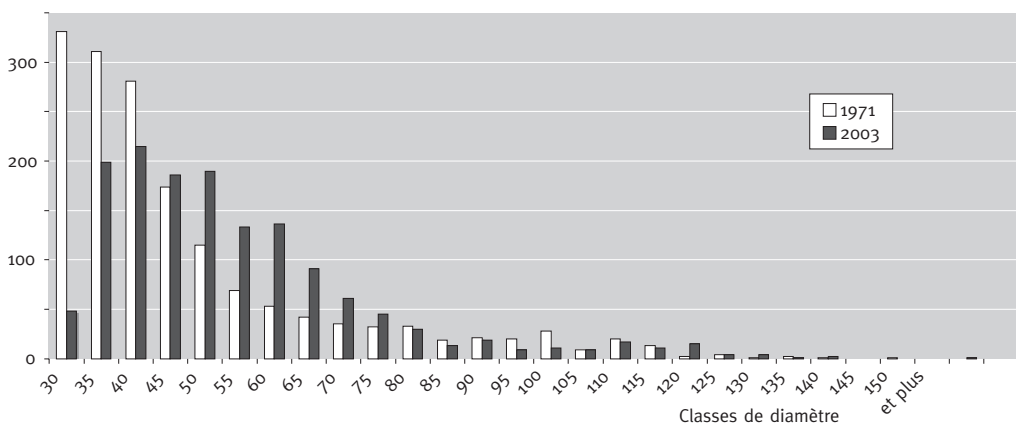
Par contre, la structure relative entre les Chênes et les Hêtres révèle une répulsion interspécifique significative sur des distances de 6 à 16 m (figure 10, p. 531) : à ces distances, les Chênes ont en moyenne moins de voisins Hêtres que sous l'hypothèse d'indépendance entre essence, ce qui pourrait résulter soit de la compétition entre les deux essences, soit de l'existence de zones où les conditions édaphiques sont plus adaptées au Chêne.

Inventaire

Les résultats des inventaires sont présentés sur la figure 11 (ci-dessous). Les arbres de diamètre inférieur à 27,5 cm ne figurent pas. En 1971, cette distribution était assez proche d'une distribution de peuplement jardiné : la majorité de la population de futaie correspondait à des arbres de diamètre compris entre 30 et 45 cm. On notait toutefois la présence d'un pic secondaire d'effectif pour des arbres plus gros, autour de 85, 100 et 110 cm de diamètre. En 2003, apparaît une baisse de recrutement des jeunes sujets, et la lente évolution des gros sujets de la futaie. On retrouve les pics de 1971 décalés vers 95, 110 et 120 cm de diamètre.

Le plus gros arbre est un chêne, il a un diamètre, à 1,30 m, de 140 cm.

FIGURE 11 COMPARAISON DES INVENTAIRES DES ARBRES DE FUTAIE



DISCUSSION

En 30 ans, il est possible de mettre en évidence des changements profonds dans la structure du peuplement forestier.

On peut noter :

- la diminution importante de la surface de régénération (semis, fourré et gaulis),
- l'extension des strates de perchis et de futaie,
- l'ouverture subite du peuplement suite à la tempête de 1999.

Les taches de régénération sont de faibles dimensions et réparties dans les trois groupements végétaux. En bordure de clairière, quelques jeunes brins de Hêtre tentent de coloniser l'espace. Dans le couloir ouvert par la tempête de 1999, cette avancée est gênée par la colonisation vigoureuse de plantes colonisatrices. Il reste de vastes espaces nus, où sont emmêlés de nombreux chablis et volis. L'espace occupé par la régénération a diminué de 33 %. On peut amener la même explication que Hotyat (2001) et Bédéneau (2003) à la Tillaie. Les clairières sont d'abord

colonisées par des espèces graminées héliophiles (*Calamagrostis epigeios*, *Brachypodium pinnatum*), puis par *Rubus fruticosus* et *Phytolacca americana*. Cette végétation empêche la régénération des ligneux soit en interdisant aux graines d'accéder au sol, soit en recouvrant les jeunes plantules.

La futaie, principalement constituée de Hêtres, a vu sa surface s'étendre de 28 %. C'est vraisemblablement le même phénomène qu'à la Tillaie : le passage dans l'étage de la futaie des brins de gaulis de 1971. Cet étage de futaie a été le plus touché par la dernière tempête, où le nombre d'arbres abattus est de l'ordre de 150, ce qui, en 2003, représente environ 10 % du nombre total d'arbres de diamètre à 1,30 m supérieur à 30 cm.

Les brins de régénération de 1971 sont passés dans l'étage du perchis, ce qui permet à cette strate d'avoir un gain de surface de 4 %.

La taille des clairières a considérablement augmenté depuis 1971. Les chablis antérieurs à 1999 étaient déjà situés, majoritairement, à l'ouest de la parcelle, dans l'aire de la hêtraie intermédiaire. La tempête n'a fait qu'ouvrir encore plus une brèche déjà existante. On retrouve donc au même endroit un empilement d'anciens et de nouveaux chablis.

Comme celui de la Tillaie (Bédéneau, 2003), l'avenir du Gros Fouteau est problématique. En effet, du fait du manque de régénération, la parcelle va être essentiellement composée de vieux arbres, qui vont se fragiliser au fur et à mesure des tempêtes. La dernière a prélevé 10 % des gros bois, en une seule nuit.

Le Chêne est partout présent dans la parcelle, il y est bien vigoureux et en nombre important (6 % des arbres). Cependant on n'en observe aucune trace de régénération. On peut attribuer ceci à plusieurs causes : le maintien du couvert des hêtres qui empêche l'installation des glands, la mauvaise germination des graines dans les clairières et les effets du gibier (présence de nombreuses traces de sanglier).

C'est pourquoi la dynamique spontanée de la réserve tend à la reconstitution d'un couvert forestier dominé par le Hêtre (Hotyat, 2001).

CONCLUSIONS

La cartographie effectuée au Gros Fouteau en 2003 permet une comparaison intéressante avec celle réalisée en 1971. Des changements similaires à ceux relevés à la Tillaie sont mis en évidence (Bédéneau, 2003). Il y a la même extension du domaine de la futaie, la même perte des zones de régénération, et l'agrandissement des clairières, plus drastique ici qu'à la Tillaie. Plusieurs questions se posent, à la fois la stabilité de telles réserves dans un environnement météorologique fluctuant (Pontailier *et al.*, 1997) et le déclin inexorable du Chêne, évincé par la régénération, même modeste et sporadique, du Hêtre. Le suivi individuel et précis de zones critiques (chablis, clairières), rendu possible par la nouvelle cartographie, pourrait s'avérer très intéressant.

Max BÉDÉNEAU
Unité Amélioration, Génétique
et Physiologie forestières
INRA
F-45160 ARDON
(max.bedeneau@orleans.inra.fr)

Remerciements

L'Office national des Forêts de Fontainebleau a apporté un soutien financier et logistique à cette étude, je remercie tout particulièrement M. Legay et C. Deconchat de leur aimable concours.

J. Almeida, J. Gauvin, A. Moreau et M. Vallance ont participé aux relevés de terrain. C. Pasquier a été d'un précieux conseil pour les aspects topographiques.

F. Goreaud (Cemagref, Lisc-Clermont-Ferrand) a rédigé la partie traitant de la structure spatiale des arbres.

Les données individuelles des arbres (position, espèce, diamètre) et la cartographie sont disponibles sur CD auprès de l'auteur.

BIBLIOGRAPHIE

- BÉDÉNEAU (M.). — Évolution des différentes strates dans le peuplement ligneux de la réserve biologique de la Tillaie en forêt de Fontainebleau entre 1968 et 2000. — *Revue forestière française*, vol. LV, n° 4, 2003, pp. 323-332.
- BIDAUD (J.), BÉDÉNEAU (M.). — Carte du peuplement ligneux de la parcelle 277 au Gros Fouteau, forêt de Fontainebleau. — Orsay : Laboratoire d'Écologie végétale - Université Paris-Sud, 1971.
- BOUCHON (J.), FAILLE (A.), LEMÉE (G.), ROBIN (A.-M.), SCHMITT (A.). — Cartes et notices des sols, du peuplement forestier et des groupements végétaux de la réserve biologique de la Tillaie en forêt de Fontainebleau. — Orsay : Laboratoire d'Écologie végétale - Université Paris-Sud, 1973. — 10 p. et 3 cartes.
- FAILLE (A.), LEMÉE (G.), PONTAILLER (J.-Y.). — Dynamique des clairières d'une forêt inexploitée (réserves biologiques de la forêt de Fontainebleau). I : Origine et état actuel des ouvertures. — *Acta Oecologica, Oecologia Generalis*, vol. 5, n° 1, 1984, pp. 35-51.
- GOREAUD (F.). — Apports de l'analyse de la structure spatiale en forêt tempérée à l'étude et la modélisation des peuplements complexes. — Nancy : ENGREF, 2000. — 361 p. (Thèse Docteur).
- GUINIER (Ph.). — Foresterie et protection de la nature. L'exemple de Fontainebleau. — *Revue forestière française*, vol. II, 1950, pp. 703-717.
- HOTYAT (M.). — Réserve biologique intégrale du Gros Fouteau en forêt de Fontainebleau : entre dynamiques contrôlées et dynamiques spontanées. pp. 35-43. *In* : Forêts et Réserves cynégétiques et biologiques. Journées d'études Environnement, Forêt et Société, XVI^e-XX^e siècle – IHMC Paris. École normale supérieure, janvier 2002. — *Cahier d'études IHMC-CNRS*, n° 13, 2003.
- LEMÉE (G.). — Apport des réserves biologiques intégrales de la Tillaie et du Gros Fouteau en forêt de Fontainebleau au concept de climax. — *Bull. Ass. Nat. Vallée Loing*, vol. 66, n° 3, 1990, pp. 125-133.
- 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*, 98, 1997, pp. 1-15.
- TENDRON (G.). — La Forêt de Fontainebleau : de l'écologie à la sylviculture. — Fontainebleau : Office national des Forêts, 1982. — 78 p.

ÉVOLUTION DU PEUPEMENT LIGNEUX DE LA RÉSERVE BIOLOGIQUE DU GROS FOUTEAU EN FORÊT DE FONTAINEBLEAU ENTRE 1971 ET 2003 [Résumé]

Durant l'été 1971, une première cartographie du peuplement ligneux de la réserve biologique du Gros Fouteau, en forêt de Fontainebleau, avait été dressée. Pendant l'été 2003, nous avons réalisé une seconde cartographie qui nous apporte des précisions sur la dynamique du peuplement.

Ces cartographies prennent en compte trois étages (fourrés et gaulis, perchis, moyenne et haute futaie), le Houx et les chablis, en distinguant les dégâts dus aux tempêtes, et les arbres tombés précédemment. Tous les arbres de l'étage de la futaie, de diamètre à 1,30 m supérieur à 30 cm, ont été inventoriés en 1971 et en 2003. Lors de cet inventaire, ces arbres ont été positionnés précisément.

La comparaison des deux cartographies montre une nette diminution de la surface des régénérations et l'extension du domaine de la futaie. La tempête de l'hiver 1999 a créé une large clairière, difficilement colonisée. Le nombre d'arbres mis à terre durant cette tempête représente 10 % des arbres debout, c'est trois fois plus qu'en 1971. Bien que partout présent dans la parcelle, le Chêne ne présente aucune régénération, et son avenir semble compromis.

CHANGES IN THE WOODY VEGETATION OF THE *GROS FOUTEAU* BIOLOGICAL RESERVE IN THE FONTAINEBLEAU FOREST BETWEEN 1971 AND 2003 [Abstract]

The woody vegetation of the *Gros Fouteau* biological reserve, in the Fontainebleau forest, was initially mapped in the summer of 1971. This exercise was repeated in the summer of 2003 providing some insight into population dynamics.

These maps consider 3 storeys (thickets and saplings, pole timber, medium-high and high forest), holly and windthrows, with a distinction being made between damage due to the heavy storms and the trees that were previously thrown. All the high forest trees with a diameter at breast height of more than 30 cm were inventoried in both 1971 and 2003. The precise location of the trees was recorded.

A comparison of the two maps shows a significant decrease in the regeneration area and the expansion of the medium-high and high forest area. The storm in the winter of 1999 opened up an extensive clearing where colonisation is difficult. The trees that were toppled by the storm come to 10 % of the standing trees, i.e. three times the amount found in 1971. Although oak is to be found throughout the plot, no regeneration is observed and its future seems to be in jeopardy.
