



HAL
open science

Définition de scénarios d'éclaircie pour le hêtre et le chêne

Jean-François Dhôte

► **To cite this version:**

Jean-François Dhôte. Définition de scénarios d'éclaircie pour le hêtre et le chêne. *Revue forestière française*, 1995, 47 (S), pp.106-110. 10.4267/2042/26698 . hal-03444324

HAL Id: hal-03444324

<https://hal.science/hal-03444324>

Submitted on 23 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.

DÉFINITION DE SCÉNARIOS D'ÉCLAIRCIE POUR LE HÊTRE ET LE CHÊNE

J.-F. DHÔTE

Nous présentons un modèle d'arbre indépendant des distances pour les peuplements purs réguliers de Hêtre, ainsi qu'un logiciel de simulation incorporant ce modèle. Des concepts et outils très similaires ont été développés pour les chênaies. Nous considérons comme pur un peuplement dont 80 % au moins de la surface terrière est occupée par l'essence principale, et régulier un peuplement où l'intervalle maximal des âges individuels n'excède pas 30 ans. Le modèle a été construit et ajusté à partir de peuplements de 30 à 180 ans, installés dans quatre forêts de Lorraine, Picardie et Normandie, dont la densité est comprise entre 0,5 et 1 fois le maximum biologique et dont la fertilité est supérieure à la moyenne. Le modèle peut donc être utilisé sûrement dans ces situations. En dehors de son domaine de construction, il est conçu de manière à ne jamais fournir des prévisions qui aillent contre le bon sens. Les perspectives d'extrapolation du modèle seront discutées dans ce texte, du point de vue géographique, écologique et sylvicole.

Avec ce type de modèle, le peuplement est représenté par une liste d'arbres. On ignore la position des arbres dans le plan, mais on connaît au minimum leur diamètre et leur hauteur. Ces grandeurs permettent de rendre compte de la compétition entre classes sociales. On ne peut évidemment pas représenter la compétition locale : ceci empêche d'utiliser le modèle pour des sylvicultures induisant des hétérogénéités spatiales fortes, tels les détourages d'arbres d'avenir.

MATÉRIEL EXPÉRIMENTAL

Les données utilisées proviennent du réseau de placettes permanentes installées en hêtraie par la Station de Recherches des Eaux et Forêts, entre 1883 et 1924, dans les quatre forêts de Haye (Meurthe-et-Moselle), Darney (Vosges), Retz (Aisne) et Eawy (Seine-Maritime). Le schéma général était d'installer simultanément, pour chaque forêt, des placettes dans 3 à 6 peuplements d'âges échelonnés entre 30 et 130 ans. Aux stades jeunes, plusieurs placettes dans un même peuplement permettaient de comparer des modalités sylvicoles (nature des éclaircies, combinaisons de rotation et d'intensité des coupes). Dans les vieux peuplements, une seule placette était installée pour fournir simplement des chiffres de production. Une partie des résultats ont été discutés par Arbonnier (1958), Pardé (1962, 1981), Oswald et Divoux (1981). Les peuplements n'ont jamais fait l'objet de coupes très fortes, excepté lors de la phase de régénération. Les densités pratiquées sont certainement supérieures à celles envisagées maintenant pour les hêtraies, d'où l'intérêt de validations telles que celle présentée dans cet article.

Réalisations

Les mesures consistaient en des inventaires en plein, tous les 3 à 10 ans ; les données étaient consignées sous forme d'histogrammes par espèce et classe de diamètre dans les jeunes peuplements. Dès que la densité le permettait, les arbres étaient numérotés, au moins dans l'étage principal. Des mesures de hauteur et des cubages étaient pratiqués de façon plus sporadique, en général à l'occasion des éclaircies.

Le dispositif complet comprend donc 15 peuplements, 29 placettes élémentaires, 346 dates d'inventaire et 317 périodes de croissance observées. Si l'on se restreint aux cas où la croissance des arbres peut être analysée (après numérotation), on dispose de 273 périodes. La surface des placettes varie de 0,20 à 1 ha.

PRINCIPALES COMPOSANTES DU MODÈLE ET DU LOGICIEL

Les méthodes de construction du modèle ont été détaillées dans Dhôte (1991), Dhôte et de Hercé (1994), Dhôte (1996). Nous ne rappelons ici que les résultats.

Croissance en hauteur dominante

La croissance en hauteur est décrite par l'équation :

$$H_0 = K_p (1 - e^{-r_c \text{ Age}})$$

avec K_p (asymptote) = indice de fertilité du peuplement et r_c (vitesse) = paramètre dit de "région climatique".

Le paramétrage adopté est le suivant :

Région (Forêt)	K_p (intervalle observé)	r_c
Normandie (Eawy)	35 à 40 m	$1,69. 10^{-2}/\text{an}$
Picardie (Retz)	45 à 55 m	$1,21. 10^{-2}/\text{an}$
Lorraine (Haye et Darney)	35 à 50 m	$1,14. 10^{-2}/\text{an}$

Ces paramètres ne valent pour l'instant que pour les quatre forêts considérées. Notamment, en ce qui concerne l'indice de fertilité K_p , sa gamme complète de variation dans chaque région est certainement beaucoup plus large que celle que nous avons observée. Dans l'attente d'une modélisation plus complète des faisceaux de courbes hauteur-âge, on peut utiliser avec précaution le modèle dans les régions de même climat, en utilisant les paramètres de la forêt la plus proche.

Croissance individuelle en diamètre

L'équation générale est la suivante : pour un arbre de circonférence c , entre les dates t et $t + \Delta t$, l'accroissement annuel en **surface terrière** est :

$$\frac{\Delta g}{\Delta t} = \gamma (c - \sigma) \text{ si } c > \sigma, 0 \text{ sinon}$$

où γ et σ sont des paramètres dépendant de l'âge et de l'état du peuplement (densité, structure diamétrique). On peut montrer que la largeur des cernes ne peut pas dépasser une limite supérieure égale à γ . Pour des peuplements assez denses, la largeur des cernes prédite reste inférieure à la moitié de ce maximum théorique, même pour les plus gros arbres.

σ est appelé **seuil**. Grâce à une interprétation biologique du modèle (Dhôte, 1991), nous assimilons la sous-population des arbres plus gros que ce seuil à l'**étage principal de végétation** (c'est-à-dire les individus dominants, codominants et dominés, ayant encore un accès même minime à la lumière incidente directe). Cette hypothèse a été testée avec succès sur le dispositif de la Route de Frouard, en forêt de Haye (données non publiées). Dans une large gamme de densités de peuplement, le seuil σ ne varie pas. On a imposé à ce paramètre de tendre vers 0 lorsque les densités deviennent très faibles et tendent vers 0 : ce qui signifie qu'aux très faibles compétitions, l'ensemble des individus présents retrouvent une croissance significative et la largeur des cernes devient à peu près identique pour tous, quelle que soit leur taille. Enfin, aux densités fortes, le seuil augmente avec l'âge du peuplement.

La sylviculture influe par contre sur γ , et ce dès les densités fortes. Plus la densité est forte, plus faible est ce paramètre, ce qui implique qu'un couvert qui se referme entraîne une baisse générale de l'accroissement pour tous les arbres de l'étage principal. Enfin, γ évolue à long terme en fonction de l'âge et de la fertilité.

Pour éviter que ce modèle ne fournisse des résultats aberrants au niveau du peuplement, nous calculons à chaque pas de temps les paramètres γ et σ de façon que la croissance des arbres soit exactement compatible avec le modèle de peuplement décrit dans le paragraphe suivant.

Croissance en surface terrière du peuplement

On appelle **croissance potentielle** en surface terrière le maximum approché par un peuplement à densité maximale (et, plus généralement, par des peuplements assez denses) : pour un peuplement donné, sur la période $[t, t + \Delta t]$, ce potentiel vaut :

$$\frac{\Delta \Gamma}{\Delta t} = \alpha + \beta \frac{\Delta H_0}{\Delta t}$$

où α et β sont des paramètres globaux (communs pour tout le Nord de la France).

Valeurs numériques : $\alpha = 0,15 \text{ m}^2/\text{ha}/\text{an}$, $\beta = 2,056 \text{ m}/\text{ha}$.

Par conséquent, la croissance potentielle dépend de l'âge, de la région et de la fertilité (à travers l'accroissement en hauteur) et tend vers une valeur non-nulle quand l'accroissement en hauteur tend vers 0.

La **croissance en surface terrière** d'un peuplement se calcule en corrigeant le potentiel par une fonction croissante de la densité. La mesure de densité utilisée est la somme des circonférences des seuls arbres plus gros que le seuil, notée S_σ (voir paragraphe précédent). L'équation est :

$$\frac{\Delta G}{\Delta t} = \frac{\Delta \Gamma}{\Delta t} * (1 - e^{-(\lambda + v) * S_\sigma})$$

avec des paramètres λ et v globaux.

La compatibilité des deux niveaux arbre et peuplement est assurée en calculant les paramètres γ et σ de la façon suivante :

$$\gamma = \frac{\Delta \Gamma}{\Delta t} * (\lambda * e^{-\mu * S_\sigma} + v) \quad \text{et} \quad \sigma = \bar{c}_\sigma * \left(1 - \frac{\Delta \Gamma / \Delta t * (1 - e^{-(\lambda + v) * S_\sigma})}{\gamma * S_\sigma} \right)$$

où \bar{c}_σ est la circonférence arithmétique moyenne des arbres plus gros que le seuil. La deuxième équation est implicite et doit être résolue numériquement. Les paramètres sont (en cm/ha) :

$$\lambda = 1,1294.10^{-4}, \mu = 0,34212.10^{-4} \text{ et } v = 0,37742.10^{-4}$$

Autres composantes

La hauteur de chaque arbre est estimée à chaque date grâce à des faisceaux de courbes hauteur-circonférence, indexées par l'âge. La procédure utilisée est décrite dans Dhôte et de Hercé (1994).

La mortalité naturelle est prédite grâce à la "courbe d'autoéclaircie", dont l'équation est la suivante :

$$\text{Ln} (N_{\text{max}} (C_g)) = 13,688 - 1,574 * \text{Ln} (C_g)$$

où C_g est la circonférence quadratique moyenne

et $N_{\text{max}} (C_g)$ le nombre maximum de tiges par ha pour cette dimension moyenne.

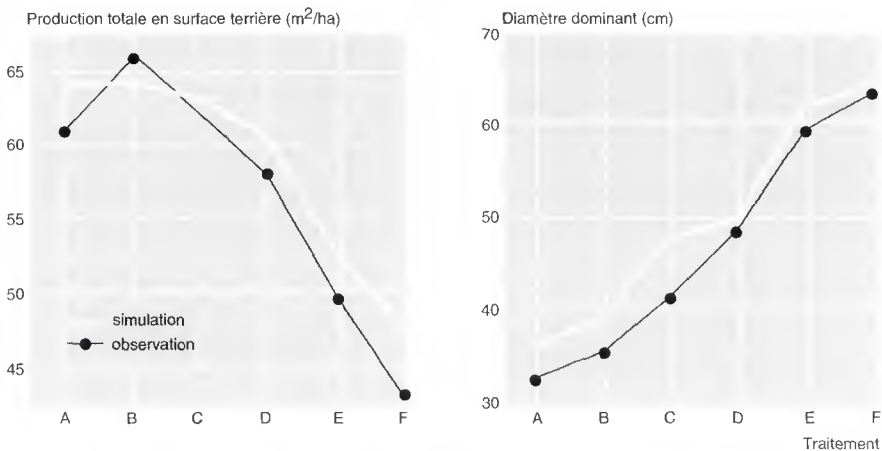
Lorsque le peuplement dépasse cette courbe-limite, il y est ramené en "tuant" les arbres à partir des plus petits.

Logiciel

Le programme "Simule. π " a été écrit en Pascal sur Macintosh pour simuler des scénarios sylvicoles à partir de ce modèle. Le trait principal de l'interface réside dans le "martelage" des éclaircies par manipulation graphique d'un histogramme. Le programme accepte en entrée tous types d'histogrammes, ainsi qu'un couple hauteur dominante - âge. Une option permet de "faire démarrer la simulation de 0", auquel cas le logiciel génère automatiquement un histogramme caractéristique d'une régénération naturelle ou d'une plantation, à l'âge le plus précoce possible. Cette dernière fonctionnalité permettra dans l'immédiat de valider le modèle au stade juvénile.

UN EXEMPLE DE VALIDATION : LE DISPOSITIF DANOIS DE TOTTERUP

Afin de tester les prévisions du modèle aux très faibles densités, nous nous sommes appuyé sur les données du dispositif de Totterup (Bryndum, 1987 ; Bastien, 1995). L'intérêt de cet essai est qu'il comprend des modalités d'éclaircie ultra-fortes, observées durant plus de 40 ans (des surfaces terrières sur pied de 9, voire 6 m²/ha sont sans équivalent dans les essais français dont nous disposons). La figure suivante illustre les résultats obtenus au terme d'une simulation de 28 à 68 ans.



Valeurs observées et simulées à 68 ans.
Surfaces terrières après éclaircie : 15 à 25 m²/ha pour traitements A, B, C, 10 à 15 pour D, 9 pour E et 6 pour F

J.-F. DHÔTE

On constate que la perte de production en surface terrière est correctement restituée, ainsi que la très forte augmentation du diamètre des arbres restant en fin de période. Ce résultat montre que le modèle peut fournir des ordres de grandeur raisonnables en dehors de son domaine de construction. Le domaine de fiabilité sylvicole (intervalle de densités de peuplement) est donc plus large que la gamme des sylvicultures classiques. Du point de vue écologique et géographique, les possibilités d'extrapolation sont moins assurées. Les équations sont conditionnées de manière que les basses fertilités aient une croissance réduite : en effet, tout le modèle est contraint par la vitesse de croissance en hauteur dominante. Mais une validation numérique des prévisions pour de mauvaises stations serait nécessaire. Enfin, la dernière correction à apporter consiste à bâtir des faisceaux de courbes de croissance en hauteur dominante, pour étendre la fiabilité géographique.

J.-F. DHÔTE

Unité Dynamique des Systèmes forestiers

ÉCOLE NATIONALE DU GÉNIE RURAL,

DES EAUX ET DES FORÊTS

14, rue Girardet

F-54042 NANCY CEDEX

BIBLIOGRAPHIE

- ARBONNIER (P.). — Les Places d'expérience de Sainte-Marie en forêt domaniale de Darney-Martinville. — *Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté*, 3, 1958, pp. 3-15.
- BASTIEN (Y.). — L'Expérience danoise d'éclaircie de Hêtre de Totterup. — *Revue forestière française*, vol. XLVII, n° 2, 1995, pp. 133-136.
- BRYNDUM (H.). — Buchendurchforstungsversuche in Dänemark. — *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, vol. 158, n° 7/8, 1987, pp. 115-121.
- DHÔTE (J.-F.). — A model of even-aged Beech stands productivity with process-based interpretations. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 53, 1996, pp. 1-20.
- DHÔTE (J.-F.). — Modélisation de la croissance des peuplements réguliers de Hêtre : dynamique des hiérarchies sociales et facteurs de production. — *Annales des Sciences forestières*, vol. 48, n° 4, 1991, pp. 389-416.
- DHÔTE (J.-F.), HERCÉ (E. de). — Un modèle hyperbolique pour l'ajustement de faisceaux de courbes hauteur-diamètre. — *Canadian Journal of Forest Research*, 24, 9, 1994, pp. 1782-1790.
- OSWALD (H.), DIVOUX (A.). — Dispositif expérimental d'éclaircie du Hêtre "Camp Cusson" en forêt domaniale d'Eawy. — Champenoux : INRA, 1981. — 9 p. + annexes (Document interne).
- PARDÉ (J.). — De 1882 à 1976/1980 : les places d'expérience de sylviculture du Hêtre en forêt domaniale de Haye (Meurthe-et-Moselle). — *Revue forestière française*, vol. XXXIII, n° spécial "Sylvicultures en futaies feuillues", 1981, pp. 41-64.
- PARDÉ (J.). — Sylviculture et production du Hêtre en forêt de Haye (Meurthe-et-Moselle) et de Retz (Aisne). — Nancy : Station de Recherches et d'Expériences forestières - École nationale des Eaux et Forêts, 1962. — 9 p. (Notes techniques forestières).