HAL
open science

Tables de production pour l'Épicéa de Sitka en Bretagne

François Courbet

To cite this version:

François Courbet. Tables de production pour l'Épicéa de Sitka en Bretagne. Revue forestière française, 1987, 39 (6), pp.497-511. 10.4267/2042/25823 . hal-03424700

HAL Id: hal-03424700

https://hal.science/hal-03424700v1

Submitted on 10 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.

TABLES DE PRODUCTION POUR L'ÉPICÉA DE SITKA EN BRETAGNE

F. COURBET

L'introduction de l'Épicéa de Sitka en Bretagne date de la fin du XIXe siècle. Il fut initialement utilisé en ornement dans les parcs ou en alignement. Les plus vieux, âgés d'une centaine d'années environ, se trouvent dans le Sud du Finistère. Leur hauteur dépasse 40 mètres.

L'Épicéa de Sitka, essence de climat océanique dans son aire d'origine, a trouvé en Bretagne, où il couvre maintenant 16 300 hectares, des conditions particulièrement favorables à sa croissance : douceur et humidité atmosphérique, sols bien alimentés en eau (un déficit hydrique dû à une faible réserve utile doit être compensé par une alimentation en eau permanente). Peu exigeant en richesse chimique, il est une bonne solution pour la mise en valeur des sols hydromorphes fréquents en Bretagne. Sa forte production a très vite séduit les sylviculteurs et il se place au premier rang des essences de reboisement bretonnes. Situé à 95 % en forêt privée, il est essentiellement réparti dans le Finistère, les Côtes-du-Nord et le Nord du Morbihan (régions forestières de Bretagne centrale, Nord et Ouest) où il donne les meilleurs résultats (tableau I, page 498).

Les tables de production sont un outil intéressant pour le développement de la sylviculture en forêt privée, tâche importante des Centres régionaux de la Propriété forestière. Utilisées avec discernement, elles rendent de grands services pour les calculs de production, la prévision, l'expertise...

Les tables britanniques (Hamilton et Christie, 1971) ont servi de référence jusqu'à présent pour l'Épicéa de Sitka, sans vérification suffisante. Elles se sont avérées mal adaptées et donc d'un emploi difficile pour deux raisons principales :

— De très nombreux peuplements bretons présentent une croissance en hauteur dominante plus rapide que la meilleure classe de fertilité anglaise. Serrière-Chadœuf (1986), situant différents peuplements français par rapport aux tables anglaises, aboutit à la même constatation.

Tableau I **Répartition de la surface (ha) couverte par l'Epicéa de Sitka en Bretagne, par département et par région forestière**

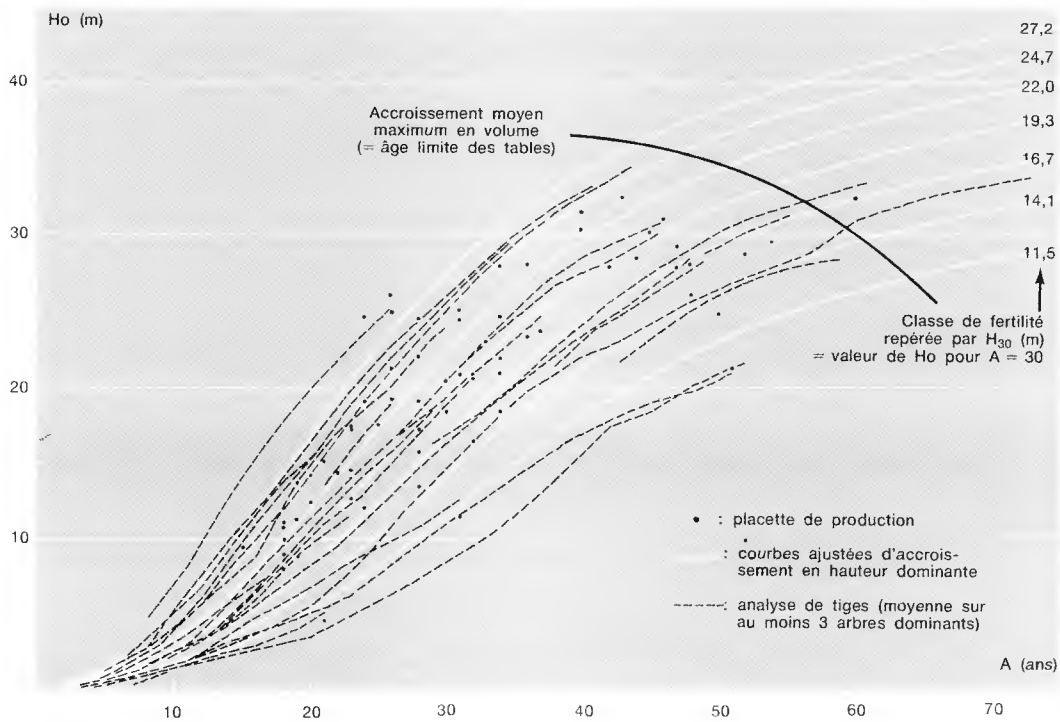
Département / Région forestière (*)	Ille-et-Vilaine (35)	Finistère (29)	Côtes-du-Nord (22)	Morbihan (56)	Total
Bassin de Rennes et Plateau Est ..... (n° 1)	190	—	—	—	190
Région de Dol-Fougères (n° 2)	60	—	—	—	60
Bretagne-Nord ..... (n° 3)	420	2 430	5 090	—	7 940
Bretagne Centrale .... (n° 4)	580	1 250	2 390	1 370	5 590
Bretagne-Sud ..... (n° 5)	30	310	—	280	620
Bretagne-Ouest ..... (n° 6)	—	1 720	200	—	1 920
Total	1 280	5 710	7 680	1 650	16 320

(*) Voir figure 2, page 500.

Source : Cahiers départementaux de l'Inventaire forestier national 1980-1981. Formations boisées de production à Epicéa de Sitka prépondérant.

Figure 1

COURBES DE CROISSANCE EN HAUTEUR EN FONCTION DE L'ÂGE : ANALYSES DE TIGES ET COURBES MODÉLISÉES



— Les densités de plantation initialement utilisées en Angleterre (3 460 plants/ha) sont nettement supérieures à celles des reboisements bretons. Depuis, cet inconvénient a été levé par la parution récente de nouvelles tables britanniques à sylviculture et densité de plantation variables (Hamilton, Christie et Edwards, 1981).

Le Centre régional de la Propriété forestière de Bretagne a donc décidé la construction de tables de production régionales pour l'Épicéa de Sitka.

CONSTRUCTION

Ces tables ont été construites selon la méthode mise au point au Centre national de Recherches forestières (Décourt, 1972) et améliorée à la section technique de l'Office national des Forêts (Bartet et Bolliet, 1976).

Les différentes étapes de la construction ont été les suivantes [1] :

Construction d'un tarif de cubage individuel adapté

1 010 tiges réparties en 58 lots ont été mesurées abattues conformément au protocole national pour le cubage d'arbres échantillons (ONF, 1972). Le tarif utilisé donne le volume géométrique sur écorce tige arrêtée à la découpe bois fort (7 cm de diamètre) en fonction du diamètre à 1,30 m et de la hauteur totale. D'autres tarifs à deux entrées, donnant les volumes commerciaux aux découpes 7 et 19 cm de diamètre ont été construits (Courbet et Pichard, 1986b, 1986c).

Construction du faisceau de courbes de croissance en hauteur dominante
(système M de Bartet et Bolliet, 1976)

Grâce aux analyses de tiges, on dispose de 24 courbes reconstituant, depuis l'origine pour 16 d'entre elles, la moyenne de la croissance en hauteur de plusieurs arbres dominants (trois ou plus) d'une même placette, en fonction de l'âge, à raison d'un point tous les trois ans (voir détail figure 1).

Cet ensemble de courbes constatées nous a paru suffisamment cohérent pour pouvoir en tirer un faisceau représentatif de cinq courbes tracées à la main.

Par régression non linéaire sur les données des cinq courbes, nous avons pu élaborer un faisceau monomorphe de courbes sigmoïdes donnant la hauteur dominante Ho en fonction de l'âge A, indépendamment de la sylviculture subie. Celles-ci sont assez bien ajustées aux données initiales (figure 1). Le niveau de chaque courbe, caractéristique de la fertilité, est repéré par la hauteur dominante atteinte à 30 ans (H 30).

On a : $Ho = f(A, H\,30)$

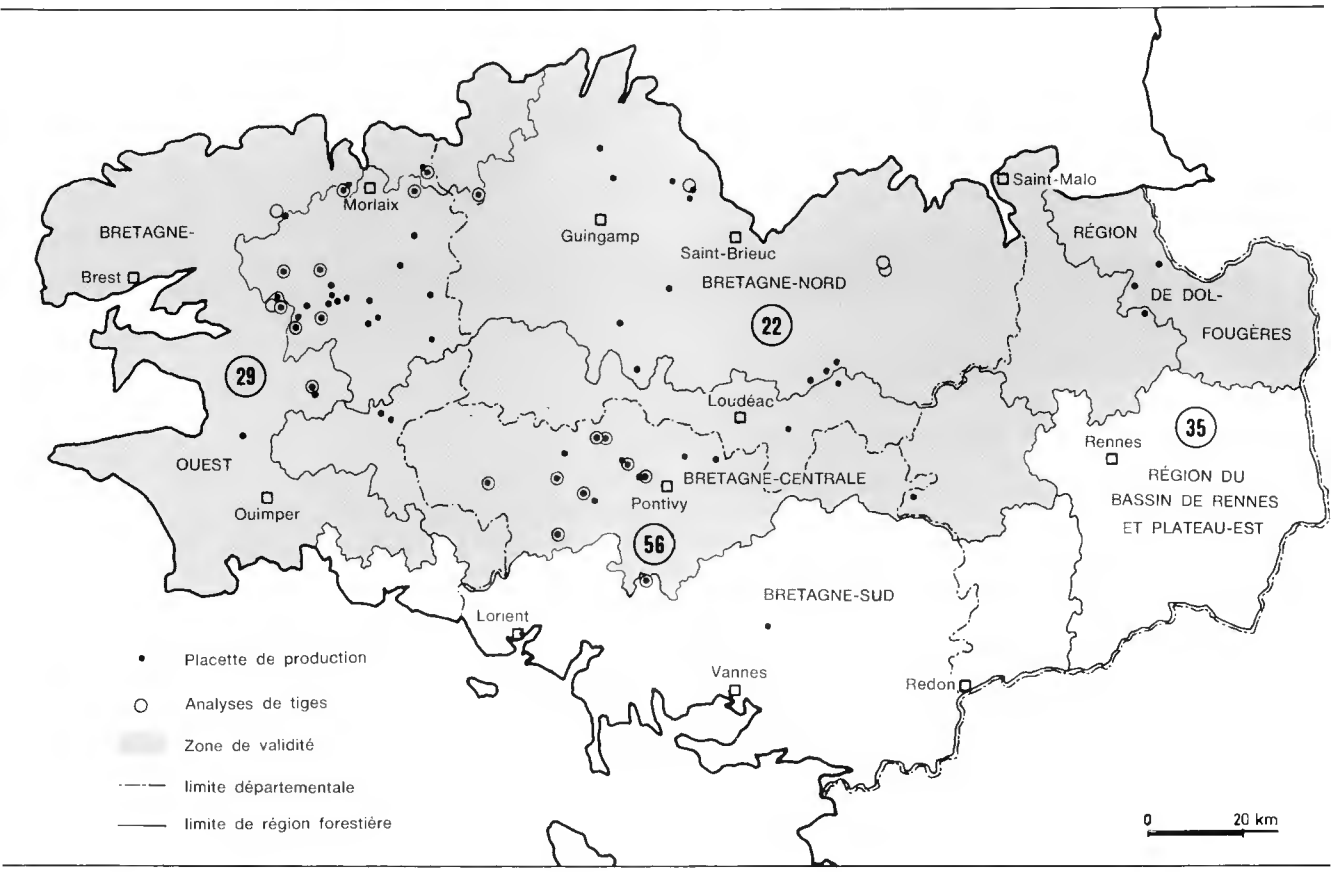
Les courbes correspondantes sont conduites au-delà du domaine des mesures faites mais les âges limites proposés dans les tables sont compatibles avec les observations réelles.

Installation des placettes de production. Domaine de validité

67 placettes ont été installées conformément au protocole national (Décourt, 1973). L'aire de validité des tables est limitée aux quatre régions forestières au climat desquelles l'Épicéa de

(1) Pour plus de renseignements sur cette méthodologie, on pourra consulter le document original (Courbet et Pichard 1986a).

Figure 2 **CARTE DE RÉPARTITION DES PLACETTES ET DES ANALYSES DE TIGES SELON LES DÉPARTEMENTS ET LES RÉGIONS FORESTIÈRES (I.F.N.-O.R.P. 1972)**



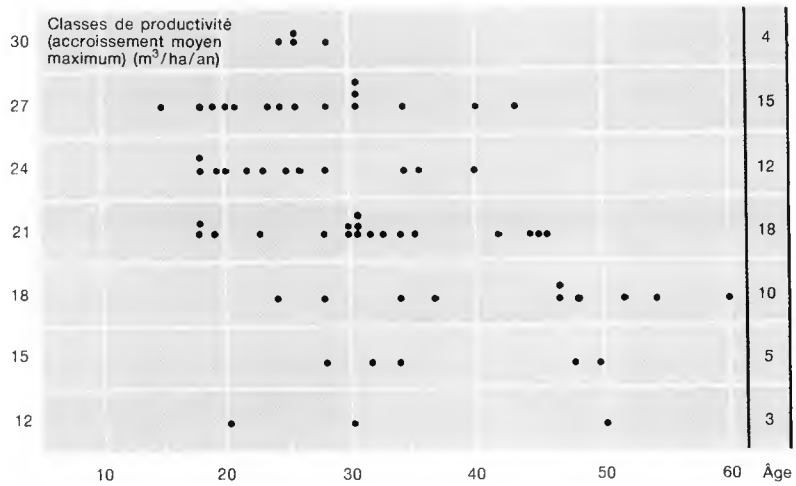


Tableau II
RÉPARTITION DES PLACETTES DE PRODUCTION PAR ÂGE ET PAR CLASSE DE PRODUCTIVITÉ

Sitka est bien adapté et où les placettes sont en nombre suffisant (Bretagne Ouest, Bretagne centrale, Bretagne Nord et région de Dol-Fougères) (figure 2). Elles sont donc inapplicables dans les autres régions sans vérifications préalables.

Les placettes ont été réparties par âge et par classe de productivité repérée par l'accroissement moyen maximum en m^3/ha/an défini *a posteriori* (tableau II). Les fertilités les plus faibles sont moins bien représentées et l'échantillonnage présente un trou au-delà de 40 ans pour les classes plus productives que plusieurs hypothèses peuvent expliquer :

— les jeunes peuplements ont été installés sur des terrains abandonnés plus récemment par l'agriculture, et qui peuvent correspondre à des sols relativement fertiles ;

— ils peuvent être issus de provenances plus productives ;

— les peuplements anciens de meilleur rendement ont pu être exploités plus tôt.

Dans de nombreux cas, nous ne connaissons pas l'origine des graines utilisées. Les résultats intègrent donc la variabilité interprovenance éventuelle. Toutefois, il semble que la plupart des reboisements de l'après-guerre provienne de l'État de Washington. Les provenances plus méridionales (Sud de l'Orégon, Nord de la Californie) sont plus productives en Bretagne (Gillet 1981, Deleporte 1983 et 1984).

Détermination du système de relations dendrométriques
(système S de Bartet et Bolliet 1976)

Les définitions des variables utilisées figurent dans le tableau III.

Tableau III

Définitions et symboles des variables utilisées

Co, Do	: circonférence ou diamètre dominant = moyenne de la circonférence ou du diamètre des 100 plus gros arbres à l'hectare (en cm).
Ho	: hauteur dominante = hauteur de l'arbre de diamètre Do (en m).
A	: âge des plants (en années).
H30	: hauteur de référence (indice de fertilité) = hauteur dominante atteinte à 30 ans (en m).
N	: nombre de tiges à l'hectare.
H	: hauteur moyenne de Lorey = moyenne des hauteurs pondérées par la surface terrière (en m).
G	: surface terrière à l'hectare (m^2).
Cg, Dg	: circonférence ou diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne (en cm).
V	: volume géométrique tige sur écorce arrêté à la découpe bois fort (7 cm de diamètre) à l'hectare (en m^3).
VAM	: volume de l'arbre moyen = $\frac{V}{N}$ (en m^3).

Les six dernières caractéristiques se rapportent au peuplement avant éclaircie ; on y ajoute un indice e quand il s'agit du peuplement enlevé en éclaircie et un quand il s'agit du peuplement après éclaircie.

Ce système est défini par un ensemble d'équations reliant les principales variables dendrométriques entre elles. Obtenues par régression progressive multiple, ce sont des relations statistiques permettant de calculer :

H avec Ho et N ①

Cg avec H, N et Ho ②

V avec G, H et N ③

H′ avec V′, G′, N′, Ho et A ④

G avec V, H, N, Ho et A ⑤

Co avec Cg, Ho, H, N et A ⑥

Ces relations sont utilisées avant ou après éclaircie.

Ajoutons la relation suivante pouvant servir au cubage des peuplements :

$$\frac{V}{G} = 0{,}511\ H - 0{,}0022\ H^2 - 0{,}41$$

Peuplement d'Epicéa de Sitka non éclairci. Classe de productivité 27. 1 116 tiges vivantes/ha à 40 ans. Volume de l'arbre moyen : 0,85 m³.

Détermination de la « sylviculture moyenne » pratiquée
(système E de Bartet et Bolliet 1976)

Les informations sur la sylviculture observée proviennent de deux sources :

— les caractéristiques des éclaircies récentes reconstituées d'après l'inventaire des souches (16 placettes) ;

— les caractéristiques des éclaircies prochaines déjà marquées ; relevées directement sur le terrain, elles sont bien sûr plus fiables (12 placettes).

Schématiquement, l'ensemble des placettes peut se scinder en deux groupes :

— les peuplements âgés, à forte densité de plantation (jusqu'à 4 000 tiges/ha) ont peu ou pas subi d'éclaircies ;

— les peuplements plus jeunes, issus de l'effort de reboisement subventionné par le Fonds forestier national, plantés moins denses (jusqu'à 1 320 tiges/ha actuellement). Ils ont été éclaircis assez vigoureusement mais tardivement, les premières éclaircies n'ayant véritablement commencé qu'en 1980.

Seules quelques rares placettes ont subi une sylviculture suivie satisfaisante. Dans ces conditions, la sylviculture moyenne constatée, définie entre des extrêmes éloignés, manque de cohérence et ne reflète pas précisément la réalité. On a eu le sentiment de rechercher une logique là où parfois, il n'y en avait pas.

La sylviculture est définie pour chaque fertilité par :

Photos F. COURBET

Peuplement d'Epicéa de Sitka éclairci. Classe de productivité 27. 409 tiges/ha à 43 ans. Volume de l'arbre moyen : 2,02 m³.

— la densité initiale (avant la première éclaircie) ;

— la rotation ou calendrier des éclaircies ;

— l'intensité des éclaircies : nombre de tiges laissées sur pied après éclaircie (N') ;

— le type des éclaircies : rapport du volume de l'arbre moyen enlevé au volume de l'arbre moyen avant éclaircie $\frac{VAME}{VAM}$. Il définit le caractère plus ou moins par le haut ou par le bas des éclaircies.

PREMIER MODÈLE

On dispose donc d'un premier modèle à 3 systèmes de relations : les deux premiers (M) et (S) caractérisent l'état du peuplement à un instant donné. Le troisième (E) définit les modifications sylvicoles imposées à différents moments, le système (S) permettant de calculer les réactions du peuplement à ces interventions. On fait varier l'âge d'année en année, les relations s'enchaînent pour calculer les caractéristiques des tables de production. Seuls les résultats des années d'éclaircie sont imprimés.

Compte tenu des résultats obtenus, cette sylviculture ne nous a pas paru utiliser au mieux la dynamique de croissance et les productivités constatées chez l'Épicéa de Sitka. Nous avons donc essayé de définir une sylviculture de référence plus dynamique dans le cadre d'un deuxième modèle.

PRODUCTION TOTALE

Les tables du premier modèle donnent les chiffres des productions totales en volume (VTOT). On a pu obtenir un ajustement très satisfaisant simple entre VTOT et Ho, indépendant de la fertilité :

$$VTOT = 3{,}29052\ (Ho - 3)^{1.7132} \qquad (30)$$

Cette relation ainsi que le système (C) permettent :

— de détinir les 7 classes de fertilité retenues par un indice de productivité : l'accroissement moyen maximum qui varie de 12 à 30 m^3/ha/an de 3 en 3 et qui couvre l'éventail des fertilités observées ;

— d'établir en fonction de l'âge l'évolution de l'accroissement moyen $\frac{VTOT}{A}$ et de l'accroissement courant $\frac{dVTOT}{dA}$ pour les différentes classes de fertilité (figure 3).

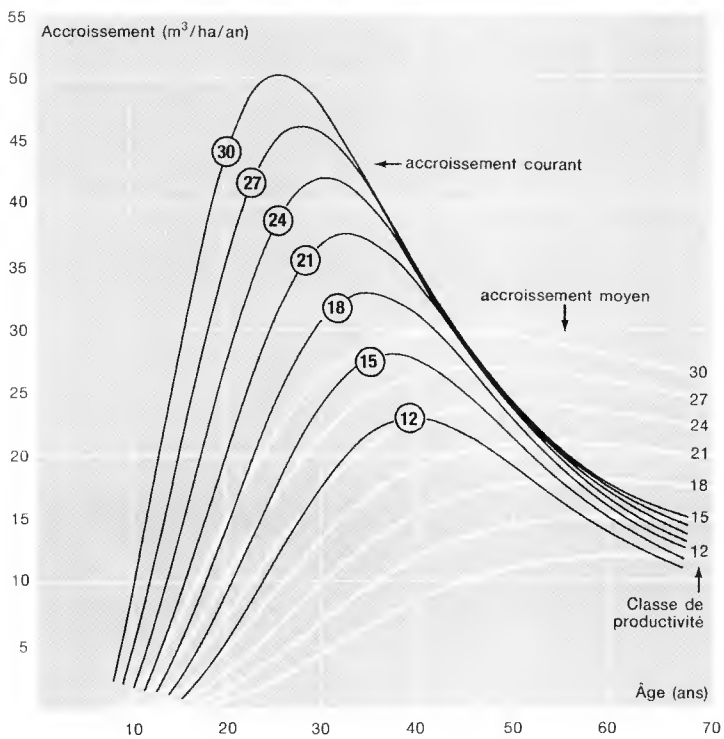


Figure 3
ACCROISSEMENTS MOYEN ET COURANT DU VOLUME EN FONCTION DE L'ÂGE POUR LES DIFFÉRENTES CLASSES DE PRODUCTIVITÉ

DEUXIÈME MODÈLE

La relation (2) donnant Cg est très dépendante de la sylviculture. En la remplaçant par la relation (30) qui en est indépendante, on obtient un nouveau modèle qui permet de proposer une autre sylviculture en admettant la loi de Eichhorn élargie (la production totale en volume ne dépend pas de la sylviculture suivie, entre certaines limites, mais uniquement de la hauteur dominante atteinte).

SYLVICULTURE DE RÉFÉRENCE

Le choix de ce mode de conduite provient de l'étude de la sylviculture pratiquée dans quelques trop rares placettes dont la gestion dynamique nous a paru la plus adaptée à cette essence très productive qu'est l'Épicéa de Sitka.

Densité de plantation

Le nombre de tiges initial, unique pour toutes les classes de fertilité, est de 1 320 à l'hectare. Très employée en Bretagne, c'est la densité minimale subventionnée par le Fonds forestier national. Un écartement de 2,50 m entre les lignes et 3 m d'espacement sur la ligne permettent une première éclaircie systématique qui, en enlevant un tiers des tiges, laisse un écartement de 5 m entre les lignes voisines du cloisonnement.

Calendrier et intensité des éclaircies

Les dates des éclaircies tiennent compte de la hauteur dominante (la première éclaircie est réalisée quand la hauteur dominante atteint 12 à 13 m de façon à assurer une diminution progressive du coefficient d'espacement de Hart-Becking [2] tout au long de la vie du peuplement (il passe de 27,6 % à 21,6 % après éclaircie pour la classe 30). Les interventions sont plus fréquentes dans les peuplements à forte productivité.

Les deux premières éclaircies sont précoces et fortes pour profiter de la période de fort accroissement courant : c'est à ce moment que la capacité de réaction du peuplement est la meilleure.

L'intensité des éclaircies diminue nettement à partir de la troisième. Plus espacées également, elles réservent un volume important pour la coupe définitive. Celle-ci est proposée à l'âge d'exploitabilité absolue, c'est-à-dire quand l'accroissement moyen maximum est atteint (de 43 ans pour la classe 30, à 64 ans pour la classe 12). C'est économiquement le moment le plus intéressant sous réserve d'une relative stabilité du cours des bois et que le prix moyen à l'unité de volume des gros bois n'augmente plus.

On peut dire que c'est un âge minimum d'exploitabilité.

Type des éclaircies

Le rapport $\frac{VAME}{VAM}$ est naturellement de 1,00 pour la première éclaircie systématique, il passe ensuite à 0,80 puis à 0,70 pour favoriser les arbres les mieux venants.

Cette sylviculture présente le défaut majeur de manquer d'ancrage dans la réalité. Elle est encore peu observée, ce qui est source d'erreur. En effet, un premier essai du deuxième modèle donne des résultats anormaux pour les hauteurs moyennes et la circonférence dominante dès que le nombre de tiges passe sous un certain seuil (environ 400 tiges/ha). L'explication du phénomène, déjà rencontré par Bartet pour l'Épicéa du Jura (in Duplat, 1980) vient de l'utilisation des relations hors du domaine des densités observées (une seule placette à moins de 400 tiges/ha).

La solution, bien imparfaite, a consisté à s'affranchir du nombre de tiges dans les relations ①, ④ et ⑥ en vérifiant naturellement que ces changements apportés au système (S) ne modifiaient pas les résultats obtenus par le premier modèle pour la sylviculture constatée.

(2) $S\ \% = 100\ \frac{a}{Ho}$; a étant la distance moyenne entre les plants.

RÉSULTATS - COMPARAISONS AVEC LES TABLES BRITANNIQUES

Les tableaux des résultats sont regroupés en annexe pages 509 à 511.

- *Courbes de croissance en hauteur (figure 4)*

Le niveau de productivité est d'une façon générale plus élevé en Bretagne (variant de 12 à 30 m^3/ha/an) qu'en Grande-Bretagne (de 6 à 24 m^3/ha/an). La présence de meilleurs sols, de températures plus élevées pendant la saison de végétation, peuvent expliquer cette différence. Il est possible aussi que les provenances employées en Bretagne soient plus productives.

La croissance en hauteur dominante est plus forte en Bretagne autour du point d'inflexion pour ensuite devenir plus faible qu'en Grande-Bretagne, mais on est alors à la limite de nos observations.

- *Courbe de croissance en volume (figure 5)*

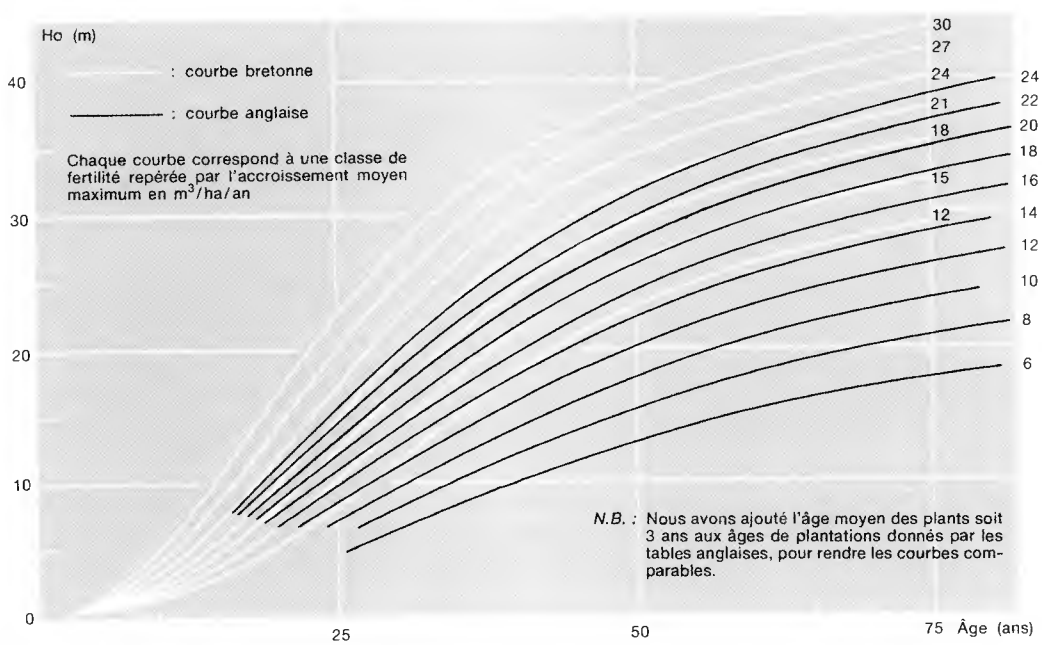
La courbe britannique passe au-dessus de la courbe bretonne à partir de 7 m de hauteur dominante. L'écart augmente pour se stabiliser autour de 100 m^3/ha.

Stabilité des peuplements

La Bretagne présente beaucoup de zones à fort risque de chablis : régions mal abritées du vent, sols hydromorphes qui favorisent l'enracinement superficiel de l'Épicéa de Sitka (Fraser et Gardiner, 1967). Les éclaircies précoces diminuent ces risques. On a coutume de considérer qu'un peuplement dont le rapport de sa hauteur moyenne à son diamètre moyen $\frac{H}{Dg}$ est inférieur à 80 doit bénéficier d'une bonne stabilité. Celui de nos tables varie de 56 à 68.

Figure 4

COMPARAISON DES COURBES D'ACCROISSEMENT EN HAUTEUR DOMINANTE BRETONNES ET ANGLAISES



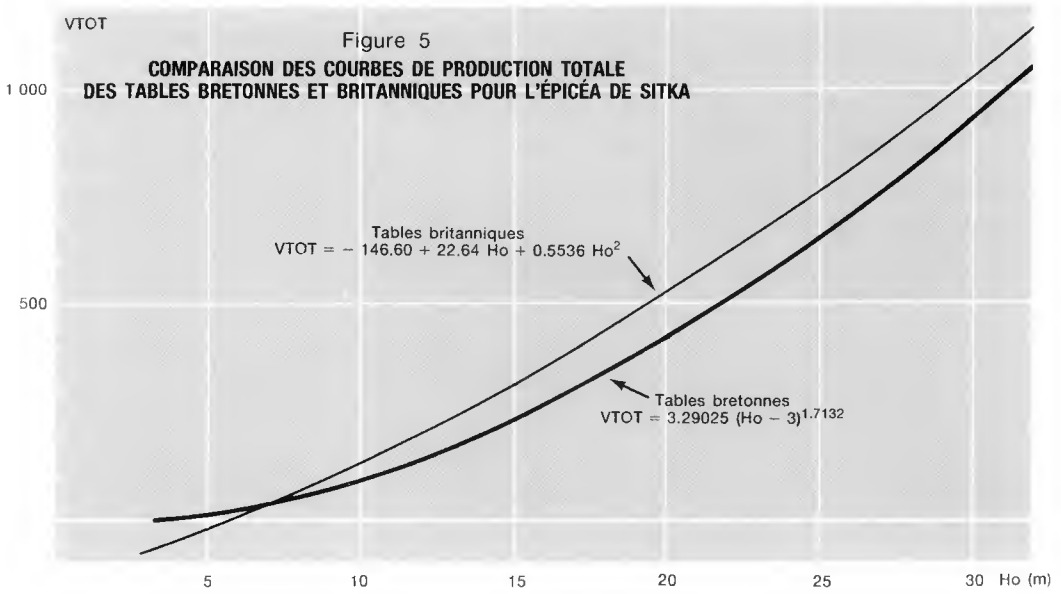


Figure 5
COMPARAISON DES COURBES DE PRODUCTION TOTALE DES TABLES BRETONNES ET BRITANNIQUES POUR L'ÉPICÉA DE SITKA

Relations station-production

L'extrême variabilité des sols et des roches-mères ne permet pas de tirer de conclusion évidente quant aux relations entre la station et la production constatée. Les classes 27 et 30 correspondent à des sols sains et profonds, souvent en fond de vallon. Les peuplements des classes 12 et 15 au contraire se trouvent sur sol peu profond à substrat schisto-gréseux, essentiellement dans la région des Monts-d'Arrée. Sur sols hydromorphes, réputés médiocres, le comportement de l'Épicéa de Sitka est très satisfaisant.

CONCLUSION ET DISCUSSION

L'Épicéa de Sitka prend une place prépondérante parmi les essences résineuses en Bretagne. On lui a beaucoup reproché d'être trop planté. Il peut pourtant être une solution économiquement très satisfaisante pour la mise en valeur de surfaces importantes. Mais dans de nombreux cas existants, il n'a pas été mis « à sa place » : ou sur de trop bons sols (classes 27 et 30), mieux valorisés par des essences plus exigeantes, ou sur des terrains pauvres où les risques phytosanitaires sont importants et qui conviennent plutôt à des espèces plus frugales (classes 12 et 15).

La difficulté de trouver des peuplements âgés et suffisamment éclaircis n'est pas sans incidence sur la validité des résultats.

Il est nécessaire que les résultats obtenus dans ces tables soient dès que possible confirmés ou infirmés pour les valeurs se situant à la limite du domaine des observations (faibles fertilités, âges avancés).

Le décalage existant entre le mode de conduite actuel très hétérogène des peuplements et la sylviculture de référence rend indispensable des vérifications à venir sur des placettes soumises à cette sylviculture nouvelle.

Les chiffres de production totale et d'accroissement en volume peuvent être considérés comme fiables. Les fortes productivités constatées en Bretagne militent en faveur de l'adoption de cette sylviculture intensive.

Des études sur la qualité du bois d'Épicéa de Sitka sont actuellement en cours. L'augmentation de la largeur de cerne, par le biais de la diminution de l'infradensité, n'est peut-être pas sans conséquence néfaste pour certaines utilisations du bois. La construction de tables de production à sylviculture plus prudente, compatible avec la production de bois de qualité acceptable, peut s'avérer nécessaire sous réserve de bien connaître l'influence de cette sylviculture sur la qualité du bois, en relation avec son utilisation, par l'intermédiaire de la croissance en diamètre.

La recherche d'une source génétique alliant vigueur et résistance mécanique admissible du bois peut être aussi une voie de travail complémentaire (Deleporte, 1983).

Nous espérons que ce travail rendra service à tous les gestionnaires de peuplements d'Épicéa de Sitka en Bretagne [3].

F. COURBET
Ingénieur du GREF
CENTRE RÉGIONAL DE
LA PROPRIÉTÉ FORESTIÈRE DE BRETAGNE
8, place du Colombier
35000 RENNES

BIBLIOGRAPHIE

BARTET (J.H.), BOLLIET (R.). — Méthode utilisée pour la construction de tables de production à sylviculture variable. — Section technique de l'Office national des Forêts, 1976. — 90 p. (Document n° 76/9).

COURBET (F.), PICHARD (G.). — L'Épicéa de Sitka en Bretagne : tables de production. — Rennes : Centre régional de la Propriété forestière de Bretagne, 1986a. — 63 p. + annexes (Document à distribution limitée).

COURBET (F.), PICHARD (G.). — L'Épicéa de Sitka en Bretagne : tarifs de cubage. — Rennes : Centre régional de la Propriété forestière de Bretagne, 1986b. — 16 p. + annexes (Document à distribution limitée).

COURBET (F.), PICHARD (G.). — Tarifs de cubage pour l'Épicéa de Sitka en Bretagne. Mode d'emploi et précautions d'utilisation. — Rennes : Centre régional de la Propriété forestière de Bretagne, 1986c. — 18 p.

COURBET (F.), PICHARD (G.). — Tables de production pour l'Épicéa de Sitka en Bretagne. Mode d'emploi et précautions d'utilisation. — Rennes : Centre régional de la Propriété forestière de Bretagne, 1986d. — 21 p.

DÉCOURT (N.). — Méthode utilisée pour la construction rapide de tables de production provisoires en France. — *Annales des Sciences forestières*, vol. XXIX, n° 1, 1972, pp. 35-48.

DÉCOURT (N.). — Protocole d'installation et de mesure des placettes de production semi-permanentes. — Champenoux : Centre national de Recherches forestières, 1973. — 25 p.

DELEPORTE (P.). — Épicéa de Sitka. Résultats et méthodologie d'une sélection multicritère. — *Annales de Recherches sylvicoles*, 1983, pp. 283-336.

DELEPORTE (P.). — L'Épicéa de Sitka. — *Informations Forêts*, n° 1, 1984, pp. 25-39.

DUPLAT (P.). — Étude de production et sylviculture de référence pour l'Épicéa du Jura. — *Bulletin technique de l'Office national des Forêts*, n° 11, 1980, pp. 27-36.

FRASER (A.I.), GARDINER (J.B.H.). — Rooting and stability in Sitka Spruce. — *Forestry Commission Bulletin*, n° 40, 1967, 28 p.

GILLET (D.). — Rythme de croissance, vigueur et adaptabilité chez l'Épicéa de Sitka (*Picea sitchensis* (Bong) Carr.). Exploration et utilisation de la variabilité génétique inter- et intrapopulation. — Ardon : INRA-Station d'amélioration des arbres forestiers, 1981. — 61 p. (Document à distribution limitée).

HAMILTON (G.J.), CHRISTIE (J.M.). — Forest management tables (metric). — Forestry Commission Booklet, n° 34, 1971. — 200 p.

HAMILTON (G.J.), CHRISTIE (J.M.), EDWARDS (P.N.). — Yield models for forest management. — Forestry Commission Booklet, n° 48, 1981. — 32 p. + tableaux.

OFFICE NATIONAL DES FORÊTS. — Protocole national pour le cubage d'arbres échantillons. — 1972. — 34 p.

SERRIÈRE-CHADOEUF (I.). — Production et sylviculture de l'Épicéa de Sitka en France. — *Revue forestière française*, vol. XXXVIII, n° 2, 1986, pp. 140-148.

(3) Les résultats obtenus ainsi que le mode d'emploi et les précautions d'utilisation ont fait l'objet d'une publication destinée aux sylviculteurs bretons (Courbet et Pichard 1986d).

TABLES DE PRODUCTION
ÉPICÉA DE SITKA - BRETAGNE - SYLVICULTURE PROPOSÉE

Classe de productivité : 30 Hauteur de référence : 27.40

Age	Haut. dom.	PEUPLEMENT AVANT ÉCLAIRCIE							ÉCLAIRCIE ENLEVÉE									PEUPLEMENT APRÈS ÉCLAIRCIE						PRODUCTION		
		Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Diam. dom.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Volume cumulé		Type VAME	Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Totale en volume	Accrois. moyen annuel	Accrois. courant annuel
A	H	H	N	D	D	VAM	G	V	H	N	D	VAME	G	V	M^3	%	VAM	H'	N'	D'	VAM'	G'	V'			
17	13,1	11,8	1 320	18	24	0,13	32,3	173	11,3	440	17	0,13	10,3	58	58	33	1,00	12,1	880	18	0,13	22,0	115	173	10,2	40,8
20	16,8	15,4	880	22	30	0,27	34,5	238	14,7	306	20	0,22	9,6	66	124	42	0,80	15,7	574	24	0,30	24,9	171	295	14,8	47,3
23	20,4	18,8	574	29	37	0,55	38,2	313	17,6	130	26	0,44	6,9	57	180	41	0,80	19,1	444	30	0,58	31,3	257	437	19,0	50,0
26	23,6	21,9	444	35	44	0,92	43,3	407	20,4	84	31	0,73	6,5	62	242	41	0,80	22,2	360	36	0,96	36,8	345	587	22,6	49,1
30	27,4	25,6	360	42	51	1,50	50,5	541	23,9	65	38	1,20	7,3	78	320	41	0,80	25,9	295	43	1,57	43,2	463	783	26,1	44,9
34	30,5	28,6	295	49	58	2,18	54,5	643	26,0	42	41	1,53	5,6	64	384	40	0,70	28,9	253	50	2,29	49,0	579	963	28,3	39,5
38	33,1	31,0	253	54	64	2,91	58,5	737	27,3	27	46	2,04	4,5	55	439	39	0,70	31,3	226	55	3,02	54,0	682	1 121	29,5	33,4
43	35,6	33,4	226	60	69	3,75	63,5	848																1 288	29,9	

Classe de productivité : 27 Hauteur de référence : 24.70

Age	Haut. dom.	PEUPLEMENT AVANT ÉCLAIRCIE							ÉCLAIRCIE ENLEVÉE									PEUPLEMENT APRÈS ÉCLAIRCIE						PRODUCTION		
		Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Diam. dom.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Volume cumulé		Type VAME	Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Totale en volume	Accrois. moyen annuel	Accrois. courant annuel
A	H	H	N	D	D	VAM	G	V	H	N	D	VAME	G	V	M^3	%	VAM	H'	N'	D'	VAM'	G'	V'			
18	12,1	10,9	1 320	17	23	0,11	29,3	144	10,4	440	16	0,11	9,3	48	48	33	1,00	11,1	880	17	0,11	20,0	96	144	8,0	35,1
21	15,5	14,2	880	21	28	0,23	31,8	201	13,3	248	19	0,18	7,1	45	93	37	0,80	14,4	632	22	0,25	24,6	156	249	11,9	41,8
24	18,9	17,4	632	27	35	0,45	37,0	281	16,2	140	24	0,36	6,5	50	143	38	0,80	17,6	492	28	0,47	30,4	231	375	15,6	45,7
28	23,0	21,4	492	34	43	0,84	45,3	414	20,2	119	31	0,67	8,7	80	223	40	0,80	21,6	373	35	0,90	36,6	334	557	19,9	45,5
32	26,6	24,8	373	41	50	1,38	49,7	516	22,5	51	37	1,11	5,4	56	280	38	0,80	25,1	322	42	1,43	44,3	460	739	23,1	42,1
36	29,6	27,7	322	47	56	1,95	55,1	628	25,7	57	40	1,37	7,0	78	358	39	0,70	28,0	265	48	2,08	48,0	550	908	25,2	36,0
42	33,1	31,1	265	54	64	2,89	61,2	766	28,5	39	46	2,02	6,5	79	437	39	0,70	31,4	226	56	3,04	54,8	687	1 124	26,8	29,3
47	35,4	33,2	226	60	69	3,69	63,4	834																1 270	27,0	

Classe de productivité : 24 Hauteur de référence : 22.00

Age	Haut. dom.	PEUPLEMENT AVANT ÉCLAIRCIE							ÉCLAIRCIE ENLEVÉE									PEUPLEMENT APRÈS ÉCLAIRCIE						PRODUCTION		
		Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Diam. dom.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Volume cumulé		Type VAME	Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Totale en volume	Accrois. moyen annuel	Accrois. courant annuel
A	H	H	N	D	D	VAM	G	V	H	N	D	VAME	G	V	M^3	%	VAM	H'	N'	D'	VAM'	G'	V'			
20	12,1	10,8	1 320	17	23	0,11	29,2	143	10,3	440	16	0,11	9,3	48	48	33	1,00	11,1	880	17	0,11	19,9	96	143	7,2	32,9
24	16,2	14,9	880	22	29	0,26	34,2	227	14,1	282	20	0,21	8,8	58	106	39	0,80	15,1	598	23	0,28	25,5	169	275	11,4	39,6
28	20,3	18,7	598	29	37	0,55	40,2	327	17,7	150	26	0,44	8,0	66	172	40	0,80	19,0	448	30	0,58	32,2	262	433	15,5	41,9
32	23,9	22,2	448	36	44	0,96	45,5	429	20,8	94	32	0,77	7,6	72	244	41	0,80	22,5	354	37	1,01	37,9	357	601	18,8	40,4
36	27,0	25,2	354	42	51	1,47	49,5	519	22,9	50	38	1,17	5,6	59	302	40	0,80	25,5	304	43	1,51	43,9	460	763	21,2	36,8
40	29,6	27,7	304	47	57	2,00	53,6	607	24,8	39	40	1,40	4,9	55	357	39	0,70	28,0	265	48	2,09	48,6	553	910	22,7	31,7
45	32,2	30,2	265	53	62	2,68	58,6	711	27,1	33	45	1,88	5,3	62	419	39	0,70	30,5	232	54	2,80	53,4	649	1 068	23,7	26,3
50	34,3	32,2	232	58	67	3,36	61,5	781																1 200	24,0	

Classe de productivité : 21 Hauteur de référence : 19.30

Age	Haut. dom.	PEUPLEMENT AVANT ÉCLAIRCIE							ÉCLAIRCIE ENLEVÉE									PEUPLEMENT APRÈS ÉCLAIRCIE						PRODUCTION		
		Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Diam. dom.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Volume cumulé		Type VAME	Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Totale en volume	Accrois. moyen annuel	Accrois. courant annuel
A	H	H	N	D	D	VAM	G	V	H	N	D	VAME	G	V	M^3	%	VAM	H'	N'	D'	VAM'	G'	V'			
23	12,8	11,6	1 320	17	24	0,13	31,6	165	11,1	440	17	0,13	10,0	55	55	33	1,00	11,8	880	18	0,13	21,5	110	165	7,2	31,2
27	16,7	15,3	880	22	30	0,27	34,5	235	14,6	302	20	0,21	9,4	64	120	41	0,80	15,5	578	23	0,29	25,0	170	290	10,7	36,2
31	20,3	18,8	578	29	37	0,55	38,7	315	17,5	130	26	0,44	6,9	57	176	41	0,80	19,0	448	30	0,58	31,7	258	435	14,0	37,4
35	23,6	21,9	448	35	44	0,91	43,9	408	20,4	88	32	0,73	6,9	64	240	41	0,80	22,2	360	36	0,96	37,1	344	584	16,7	35,7
39	26,4	24,6	360	41	50	1,35	47,7	487	22,1	46	37	1,08	4,9	50	290	40	0,80	24,9	314	42	1,39	42,8	437	727	18,6	31,9
44	29,2	27,3	314	47	56	1,90	53,5	596	24,6	43	40	1,33	5,3	57	347	39	0,70	27,6	271	48	1,99	48,2	539	887	20,1	26,4
50	31,9	29,9	271	52	62	2,57	58,4	697	27,1	37	44	1,80	5,7	67	414	40	0,70	30,2	234	54	2,70	52,7	631	1 045	20,9	22,2
53	32,9	30,9	234	56	65	2,98	57,3	697																1 111	21,0	

Classe de productivité : 18 Hauteur de référence : 16.70

Age	Haut. dom.	PEUPLEMENT AVANT ÉCLAIRCIE							ÉCLAIRCIE ENLEVÉE									PEUPLEMENT APRÈS ÉCLAIRCIE						PRODUCTION		
		Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Diam. dom.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Volume cumulé		Type VAME	Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Totale en volume	Accrois. moyen annuel	Accrois. courant annuel
A	H	H	N	D	D	VAM	G	V	H	N	D	VAME	G	V	M^3	%	VAM	H'	N'	D'	VAM'	G'	V'			
25	12,5	11,2	1 320	17	23	0,12	30,5	155	10,7	440	17	0,12	9,7	52	52	33	1,00	11,5	880	17	0,12	20,8	103	155	6,2	27,4
29	15,9	14,6	880	22	29	0,24	32,7	213	13,8	268	19	0,19	7,9	52	103	39	0,80	14,8	612	23	0,26	24,8	161	264	9,1	31,9
34	20,1	18,5	612	29	37	0,52	39,8	321	17,5	156	26	0,42	8,1	65	169	40	0,80	18,8	456	30	0,56	31,7	255	424	12,5	32,6
39	23,6	21,9	456	35	44	0,92	45,0	418	20,6	96	32	0,73	7,6	70	239	41	0,80	22,2	360	36	0,97	37,5	348	587	15,1	29,9
44	26,5	24,7	360	41	50	1,38	48,6	497	22,3	48	37	1,10	5,2	53	292	40	0,80	25,0	312	42	1,42	43,4	444	736	16,7	25,2
50	29,2	27,3	312	47	56	1,91	53,7	596	24,5	41	40	1,34	5,1	55	347	39	0,70	27,6	271	48	2,00	48,6	541	888	17,8	20,3
56	31,3	29,3	271	52	60	2,44	56,8	662																1 009	18,0	

Classe de productivité : 15 Hauteur de référence : 14.10

Age	Haut. dom.	PEUPLEMENT AVANT ÉCLAIRCIE							ÉCLAIRCIE ENLEVÉE									PEUPLEMENT APRÈS ÉCLAIRCIE						PRODUCTION		
		Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Diam. dom.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Volume cumulé		Type VAME	Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Totale en volume	Accrois. moyen annuel	Accrois. courant annuel
A	H	H	N	D	D	VAM	G	V	H	N	D	VAME	G	V	M^3	%	VAM	H'	N'	D'	VAM'	G'	V'			
28	12,6	11,4	1 320	17	23	0,12	30,9	159	10,9	440	17	0,12	9,8	53	53	33	1,00	11,6	880	17	0,12	21,1	106	159	5,7	24,9
33	16,5	15,1	880	22	30	0,26	34,2	230	14,4	293	20	0,21	9,1	61	114	40	0,80	15,3	587	23	0,29	25,2	169	283	8,6	27,9
39	20,7	19,1	587	30	38	0,57	40,7	336	18,1	152	27	0,46	8,4	70	184	41	0,80	19,4	435	31	0,61	32,3	267	450	11,6	26,5
45	24,1	22,4	435	36	45	0,98	45,2	426	20,9	86	32	0,78	7,1	67	251	41	0,80	22,7	349	37	1,03	38,1	358	610	13,5	22,2
52	27,1	25,2	349	43	51	1,47	49,6	514	22,6	47	36	1,03	4,8	48	300	39	0,70	25,5	302	43	1,54	44,8	465	765	14,7	17,1
60	29,5	27,6	302	48	56	1,99	54,4	602																902	15,0	

Classe de productivité : 12 Hauteur de référence : 11.50

Age	Haut. dom.	PEUPLEMENT AVANT ÉCLAIRCIE							ÉCLAIRCIE ENLEVÉE									PEUPLEMENT APRÈS ÉCLAIRCIE						PRODUCTION		
		Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Diam. dom.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Volume cumulé		Type VAME	Haut. moy.	Nb. tige	Diam. moy.	Volume arbre moy.	Surf. ter.	Volume	Totale en volume	Accrois. moyen annuel	Accrois. courant annuel
A	H	H	N	D	D	VAM	G	V	H	N	D	VAME	G	V	M^3	%	VAM	H'	N'	D'	VAM'	G'	V'			
32	12,9	11,7	1 320	18	24	0,13	31,9	168	11,2	440	17	0,13	10,1	56	56	33	1,00	11,9	880	18	0,13	21,7	112	168	5,2	21,4
37	16,2	14,9	880	22	29	0,25	33,0	219	14,1	282	20	0,20	8,4	56	112	41	0,80	15,1	598	23	0,27	24,6	163	275	7,4	22,6
44	20,3	18,7	598	29	37	0,54	39,6	321	17,7	150	26	0,43	7,9	64	176	41	0,80	19,0	448	30	0,57	31,7	257	433	9,8	19,7
53	24,1	22,4	448	36	45	0,97	46,1	434	21,1	99	32	0,77	8,1	77	253	41	0,80	22,7	349	37	1,02	38,0	357	610	11,5	14,4
64	27,1	25,3	349	43	51	1,48	49,9	515																769	12,0	