

# Élaboration de courbes de croissance en hauteur dominante pour les mélèzes (*Larix decidua* Mill. et *Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.) en Belgique méridionale<sup>1)</sup>

Dominique Pauwels, André Thibaut, Philippe Lejeune, Jacques Rondeux\*

Faculté universitaire des sciences agronomiques, gestion et économie forestières,  
2, passage des Déportés, 5030 Gembloux, Belgique

(Reçu le 28 novembre 1997 ; accepté le 15 juillet 1997)

**Abstract – Site index curves for larch (*Larix decidua* Mill. and *Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.) in Southern Belgium.** Site index curves have been determined for Japanese and European larch in Wallonia (Southern Belgium, *figure 1*). Seven models have been tested (*figure 2*) to adjust the data from stem analysis in 19 stands for Japanese larch and in eight stands for European larch (*table I*). The mean squares of the models have permitted to compare each other (*table II*). The Duplat et Tran-Ha model IV is the most suitable to describe the dominant height growth :

$$H = \left( a * \ln(Age + 1) + b_i \right) * \left[ 1 - \exp \left( - \left( \frac{Age}{c} \right)^d \right) \right] + p * Age$$

with  $H$  : dominant height ;  $a, c > 0, d > 1, p$  : constants with the same value for all curves (*table III*),  $b_i$  : constant associated with the  $i^{\text{th}}$  curve.

The information issued from 194 temporary plots (134 in Japanese larch stands and 60 in European larch) is used to determine five productivity levels based upon equal intervals of 3 m between 34 and 22 m of dominant height at 50 years (*figures 3 and 4*). Considering the little height growth difference between the two species of larch (*figure 5 and table IV*), a unique model is retained (*table V*). The growth speed is presented in *figure 6*. (© Inra/Elsevier, Paris.)

site index curve / dominant height / stem analyses / larch / Southern Belgium

**Résumé – Des courbes de croissance en hauteur dominante ont été déterminées pour le mélèze du Japon et le mélèze d'Europe dans le sud de la Belgique.** Elles ont été construites à partir des données d'analyses de tige provenant de 19 peuplements pour le mélèze du Japon et de huit peuplements pour le mélèze d'Europe (deux analyses de tige par peuplement). Le modèle de croissance qui a été retenu est le modèle IV de Duplat et Tran-Ha :

$$H = \left( a * \ln(Age + 1) + b_i \right) * \left[ 1 - \exp \left( - \left( \frac{Age}{c} \right)^d \right) \right] + p * Age$$

\* Correspondence and reprints  
rondeux.j@fsagx.ac.be

<sup>1)</sup> Recherche financée par la région wallonne, Ministère de l'environnement, des ressources naturelles et de l'agriculture.

avec  $H$  : hauteur dominante  $a, c > 0, d > 1, p$  : paramètres communs aux différentes courbes,  $b_i$  : paramètre propre à chaque courbe et fonction du niveau de productivité.

L'information provenant de 194 placettes temporaires (134 en mélèze du Japon et 60 en mélèze d'Europe) a été utilisée pour tenter de maîtriser l'ensemble des conditions de station rencontrées. Cinq niveaux de productivité, allant de 34 à 22 m par pas de 3 m de hauteur dominante à 50 ans, ont ainsi pu être fixés.

Au vu de la faible différence de croissance observée, les auteurs suggèrent de retenir un modèle unique pour les deux espèces de mélèze. (© Inra/Elsevier, Paris.)

**courbe de productivité / hauteur dominante / analyse de tige / mélèze / Belgique méridionale**

## 1. INTRODUCTION

Etant donné l'importance des essences résineuses qui occupent 51 % de la forêt au sud de la Belgique, des tables de production ont été prioritairement développées pour l'épicéa commun [2] représentant à lui seul 80 % des peuplements résineux et plus récemment pour le douglas [8] dont les plantations sont en pleine expansion. Le pin sylvestre (8 % des peuplements résineux), en régression faute de débouchés et le mélèze (4 % des peuplements résineux) n'ont fait l'objet d'aucun modèle de croissance. Pourtant, le mélèze présente un grand intérêt tant au point de vue de la qualité supérieure de son bois (durabilité, haute résistance mécanique...) que de la rapidité de sa croissance et de son rôle aux plans biologique, esthétique, paysager et cynégétique.

La valorisation du mélèze passe cependant par la promotion et l'application d'une sylviculture axée sur la production de bois de qualité et de dimensions attractives pour les exploitants.

Afin de dégager des normes sylvicoles utiles à la conduite des peuplements de mélèze, une étude destinée à maîtriser la production au cours du temps a donc été envisagée. La première étape de celle-ci, et qui fera l'objet des lignes qui suivent, est la détermination des niveaux de productivité puisqu'ils constituent un critère de différenciation de la croissance des peuplements. Ces niveaux sont habituellement définis par un indice de station dont le plus couramment utilisé est la hauteur dominante<sup>2)</sup> atteinte à un âge de référence.

Après avoir présenté le mélèze dans la région concernée par cette étude, nous décrirons la méthodologie qui a été retenue ainsi que les données utilisées pour la construction des courbes de productivité. Nous présenterons ensuite le modèle recommandé et les résultats qui en découlent. Nous terminerons par de brèves conclusions.

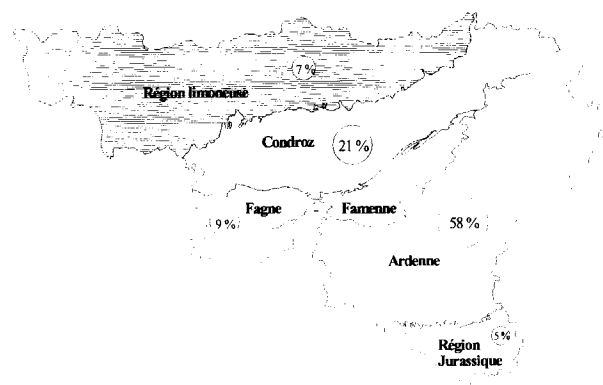
## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

### 2.1. Les mélèzes en Belgique méridionale

En 1980, on dénombrait en Belgique méridionale 10 267 ha de mélèze (soit presque autant que de douglas) dont plus de 90 % âgés de moins de 40 ans (50 % ayant entre 20 à 30 ans) [9]. Les deux-tiers des peuplements appartiennent à des propriétaires privés. Actuellement il semblerait que les surfaces de mélèze qui représentent environ 4 % des superficies résineuses restent stationnaires.

Le mélèze est présent dans toutes les régions forestières du sud de la Belgique (*figure 1*). Une analyse plus fine montre, en outre, que sa représentation au sein des surfaces forestières de chaque région, est relativement constante (environ 2 % des superficies forestières).

En région limoneuse, on trouve le mélèze sur des sols allant des sables relativement secs aux limons bien à imparfaitement drainés. En Condroz, il est présent sur



**Figure 1.** Répartition des peuplements de mélèze par régions naturelles au sud de la Belgique.

<sup>2)</sup> Dans cette étude, par convention, la hauteur dominante d'un peuplement est définie comme étant la moyenne arithmétique des hauteurs des 100 plus gros bois à l'hectare.

une grande variété de sols allant des limons bien drainés à très fortement gleyifiés aux sols caillouteux à charge calcaire, gréseuse, schisteuse ou de silexite. En Fagne-Famenne, ce sont les sols caillouteux bien drainés à charge calcaire, schisteuse, gréseuse ou schisto-psammitique qui ont sa faveur. L'Ardenne (200 à 700 m d'altitude), plus pauvre, n'a que des sols caillouteux, bien drainés à modérément gleyifiés, à charge gréseuse ou schisteuse à lui offrir. Le mélèze s'y comporte toutefois bien et surtout mieux que dans les sols à argiles blanches où on le rencontre de temps en temps. En Région jurassique, ce sont les sables et les limons sableux bien drainés qui ont sa préférence.

## 2.2. Méthode

### 2.2.1. Introduction

L'estimation de la productivité des peuplements est basée sur une méthode dendrométrique indirecte utilisant la hauteur dominante. En effet, selon la loi d'Eichhorn « élargie », à une hauteur dominante d'un peuplement équienne pur d'une essence donnée, correspond une production totale en volume qui varie peu quels que soient la station et l'âge et ce dans un même territoire de croissance caractérisé par des conditions climatiques homogènes [7]. Dans ces conditions, la hauteur dominante atteinte à un âge de référence pourra utilement servir d'indice de station ou d'expression du potentiel de productivité.

Après avoir décrit le type de données nécessaires pour définir ces courbes de croissance, nous présenterons les différents modèles qui ont été testés ainsi que les critères de choix du modèle le plus adéquat. Les courbes de croissance en hauteur dominante établies ne sont cependant valables que dans la région ou la zone, au sens écologique du terme, pour laquelle elles ont été définies.

### 2.2.2. Données nécessaires à la détermination des courbes de productivité

La construction d'un faisceau de courbes de productivité peut s'envisager au départ de différentes données de base issues de placettes temporaires, de placettes semi-permanentes ou encore d'analyses de tige.

Les placettes temporaires sont mesurées une seule fois et caractérisent des peuplements différents à un instant donné, sans prendre en considération la cinétique de croissance.

Les placettes semi-permanentes sont mesurées à plusieurs reprises et fournissent une information fragmentaire quant à l'évolution de la croissance en hauteur.

Les analyses de tige permettent de retracer toute l'évolution de la croissance en hauteur en fonction de l'âge d'un certain nombre d'arbres choisis du fait de leur statut de dominants au sein du peuplement.

Nous avons opté pour l'exploitation de données issues d'analyses de tige car cette méthode est la plus expéditive et la plus cohérente, voire précise, pour déterminer la forme des courbes de croissance. Les données des placettes temporaires que l'on aura eu soin d'installer dans des conditions de croissance aussi diversifiées que possible contribuent à mieux appréhender l'amplitude et la variabilité de la croissance en hauteur et constituent un complément aux analyses de tige afin de positionner le faisceau de courbes et de définir les différents niveaux de productivité.

### 2.2.3. Modèles de croissance

Les courbes de productivité peuvent être ajustées à l'aide de différents modèles parmi lesquels nous avons plus particulièrement envisagé : le modèle de Johnson-Schumacher (asymptote horizontale), les modèles anamorphiques (pour lesquels l'accroissement relatif en hauteur est constant pour chaque âge, quels que soient les milieux concernés) et polymorphiques (non proportionnels) de Bailey et Clutter (asymptote horizontale) et les modèles de Duplat et Tran-Ha (direction asymptotique oblique).

Les équations de ces modèles où  $H$  et  $Age$  représentent respectivement la hauteur dominante et l'âge sont les suivantes :

- modèle de Johnson-Schumacher [3] :

$$H = b_{oi} * \exp\left(\frac{-b_{li}}{Age - b_{2i}}\right)$$

- modèles de Bailey et Clutter [6] :

modèle anamorphique :

$$H = \exp\left[a_i + b * \left(\frac{1}{Age}\right)^c\right]$$

modèle polymorphique :

$$H = \exp\left[a + b_i * \left(\frac{1}{Age}\right)^c\right]$$

- modèles de Duplat et Tran-Ha [5] :

modèle I :

$$H = (a * Age + b_i) * \left[ 1 - \exp\left(-\left(\frac{Age}{c}\right)^d\right) \right]$$

avec  $c > 0$  et  $d > 1$

modèle II :

$$H = (a * Age + b_i) * \left[ 1 - \exp\left(-\left(\frac{Age}{c}\right)^d\right) \right] + p * Age$$

avec  $c > 0$  et  $d > 1$

modèle III :

$$H = (a * Age + b_i) * \left[ 1 - \exp\left(-\left(\frac{Age}{c}\right)^d\right) \right]^r + p * Age$$

avec  $c > 0$  et  $d * r > 1$

modèle IV :

$$H = \left( a * \ln(Age + 1) + b_i \right) * \left[ 1 - \exp\left(-\left(\frac{Age}{c}\right)^d\right) \right] + p * Age$$

avec  $c > 0$  et  $d > 1$

La figure 2 illustre l'allure générale de ces différentes courbes.

Les modèles sont ajustés simultanément à l'ensemble des courbes à l'aide d'un programme de régression non linéaire, en utilisant des « variables indicatrices » auxiliaires  $X_j$  prenant la valeur 1 pour les points appartenant à la courbe  $j$  et la valeur 0 dans le cas contraire. Dans les modèles finaux, les paramètres sont remplacés par les valeurs fournies par l'ajustement et les coefficients multiplicatifs des variables muettes, différents pour chaque courbe, sont remplacés par leur expression en fonction de l'indice de station (hauteur dominante atteinte à un âge déterminé) soit  $b_i = f(H50)$ . Le modèle de Johnson-Schumacher est un peu particulier puisque les trois paramètres doivent être exprimés en fonction de la hauteur dominante à 50 ans. Cette harmonisation est nécessaire afin de disposer d'une équation générale s'adaptant ultérieurement à chacun des niveaux de productivité.

#### 2.2.4. Qualité de l'ajustement

La variance résiduelle peut-être utilisée comme un indicateur de la qualité de l'ajustement d'un modèle théorique à des valeurs observées [3]. Cependant, cet indicateur est biaisé [1], ce qui conduit à le modifier en introduisant, dans le calcul de la variance résiduelle, le nombre «  $p$  » de paramètres intervenant dans le modèle.

L'expression  $\sigma^2 = \frac{1}{n-p} \sum (H_{estimé} - H_{observé})^2$ , dans laquelle  $H$  symbolise la hauteur dominante, donne donc

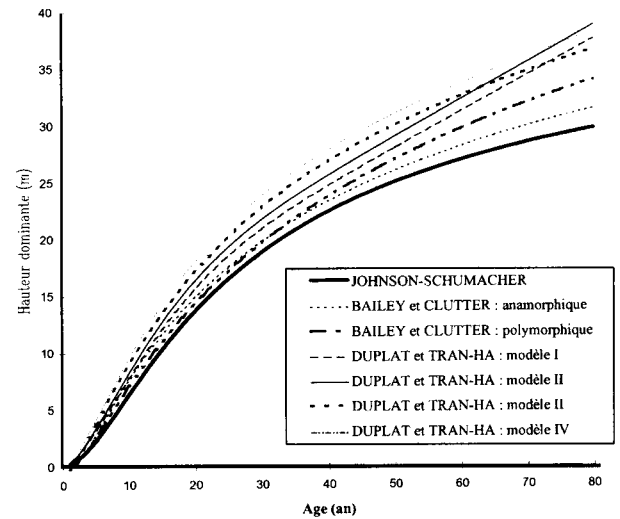


Figure 2. Allure générale des modèles de croissance en hauteur dominante testés.

une estimation non biaisée de la variance résiduelle et peut servir de base de comparaison des modèles. Elle est calculée par le programme de régression non linéaire SAS (*Statistical Analyses System*).

La comparaison des modèles est complétée par une analyse des résidus et par un examen visuel qui permet de juger de l'adéquation du modèle ajusté.

### 2.3. Matériel

Les peuplements échantillonnés concernent principalement le mélèze du Japon. Dans la mesure du possible, des peuplements de mélèze d'Europe ont également été inventoriés de manière à comparer la croissance de ces deux mélèzes.

La détermination des courbes de croissance en hauteur dominante est basée principalement sur des données issues d'analyses de tige. Celles-ci ont été utilisées pour analyser diverses sections transversales d'un arbre à des niveaux préfixés et déterminer les accroissements au cours du temps.

Le choix des sujets prélevés est important. Idéalement, ils doivent être situés dans des peuplements les plus vieux possible, de manière à obtenir un maximum d'informations concernant la croissance des arbres. Ils doivent également avoir été dominants durant toute leur vie. On suppose donc implicitement que la structuration sociale est stable dans le peuplement. Cette hypo-

thèse est assez bien vérifiée, notamment pour l'épicéa, dès que la compétition inter-individuelle est installée [4]. Il faut cependant prendre garde aux années qui suivent la plantation car le classement des jeunes arbres est considérablement perturbé durant cette période.

Deux arbres dominants, identifiés sur base d'un inventaire et du calcul d'une circonférence dominante, sont abattus par peuplement échantillonné. Le choix se porte sur des arbres non fourchus, à cime bien équilibrée, entourés par des compétiteurs de la même espèce, au sein d'un groupe de mélèzes homogène formant un effet de massif.

Les arbres sont billonnés et des rondelles sont prélevées, par convention, tous les 2 à 2,5 m dans la bille de pied et environ tous les mètres dans la cime, et ce pour maîtriser le plus fidèlement possible la croissance en hauteur.

Finalement, 19 peuplements de mélèze du Japon et 8 de mélèze d'Europe ont fait l'objet d'analyses de tige. Chaque peuplement est représenté par une courbe de croissance en hauteur dominante qui est la moyenne des courbes des deux arbres prélevés. Ces courbes sont décrites comme une suite de points à raison d'un point tous les 3 ans à partir de la germination. Le *tableau I* reprend la distribution par classes d'âge et par espèces des peuplements concernés.

Les peuplements de mélèze du Japon ont été choisis de manière à couvrir l'ensemble des classes de productivité potentiellement observables. Les peuplements de mélèze d'Europe sont plus rares, des exemplaires âgés de plus de 65 ans n'ont d'ailleurs pu être trouvés. Cependant, malgré le nombre relativement restreint d'analyses de tige de mélèze européen, nous avons toutefois essayé de couvrir les classes de productivité extrêmes.

Les analyses de tige sont complétées par des données issues de placettes temporaires. Nous avons utilisé 60 placettes de mélèze d'Europe et 134 placettes de mélèze du Japon. Ces données, représentées par des couples hauteur dominante/âge, guideront la fixation des niveaux de productivité.

### 3. RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les modèles ont été ajustés séparément pour le mélèze d'Europe et le mélèze du Japon. Le *tableau II* reprend les variances résiduelles auxquelles les modèles ont donné lieu.

Le modèle de Johnson-Schumacher est le moins bien adapté à décrire la croissance en hauteur dominante des mélèzes. La nécessité d'harmoniser les paramètres des

**Tableau I.** Distribution par classes d'âge et par espèces du nombre de peuplements ayant fait l'objet d'analyses de tige.

Classes d'âge	Mélèze du Japon	Mélèze d'Europe
< 20 ans	1	3
20–29 ans	2	2
30–39 ans	2	
40–49 ans	3	
50–59 ans	6	2
60–69 ans	3	1
70–79 ans		
80–89 ans	2	
Total	19	8

**Tableau II.** Variances résiduelles des différents modèles de croissance en hauteur dominante.

Modèles	Mélèze du Japon (19 courbes)	Mélèze d'Europe (8 courbes)
Johnson-Schumacher – avec 3 paramètres pour chaque courbe	0,16	0,12
– après harmonisation des paramètres	1,48	3,57
Bailey et Clutter – modèle anamorphique	0,81	0,49
– modèle polymorphique	0,67	0,31
Duplat et Tran-Han – modèle I	0,73	0,35
– modèle II	0,62	0,33
– modèle III	0,59	0,28
– modèle IV	0,61	0,30

courbes entraîne en effet une augmentation de la variance résiduelle. L'examen de l'ajustement des courbes au modèle de Bailey et Clutter tend à montrer que les courbes présentent un caractère non proportionnel. L'ajustement obtenu par le modèle anamorphique présente en effet une variance résiduelle plus élevée que pour le modèle polymorphique. Ces variances sont cependant supérieures à celles obtenues pour les meilleurs modèles de Duplat et Tran-Ha. Parmi ceux-ci, les variantes III et IV sont jugées équivalentes tant par les valeurs de la variance résiduelle que par le simple examen visuel. Leurs ajustements donnent lieu en effet à une variance résiduelle relativement faible, de l'ordre de 0,6 m pour le mélèze du Japon et 0,3 m pour le mélèze d'Europe. L'examen visuel a également conclu à une adéquation satisfaisante entre les modèles et les courbes expérimentales. Les courbes relatives aux deux modèles

sont d'ailleurs quasiment confondues. Le modèle IV a toutefois été retenu car il ne nécessite l'estimation que de quatre paramètres au lieu de cinq pour le modèle III.

Les valeurs des paramètres du modèle IV sont reprises dans le *tableau III*.

Eu égard à l'amplitude du « nuage » de points, l'âge de référence a été fixé à 50 ans, ce qui est d'autant plus cohérent que cela facilite en outre les éventuelles comparaisons avec les modèles relatifs aux autres résineux. Cinq niveaux de fertilité (H50) ont été définis de 34 à 22 m par pas de 3 m. Les courbes peuvent raisonnablement être appliquées, dans le Sud de la Belgique à des peuplements âgés de 15 à 100 ans pour le mélèze du Japon et de 15 à 80 ans pour le mélèze d'Europe.

Les faisceaux de courbes surimposés aux données qui leur ont donné naissance sont présentés dans les *figures 3 et 4*. On y observe que les courbes issues des analyses de tige se croisent assez fréquemment et particulièrement dans le jeune âge. Cette forte variabilité ainsi que les modifications de hiérarchie dans les jeunes peuplements conduisent à ne pas recommander les estimations de niveau de fertilité à partir de l'observation de la hauteur dominante de peuplements âgés de moins de 15 ans.

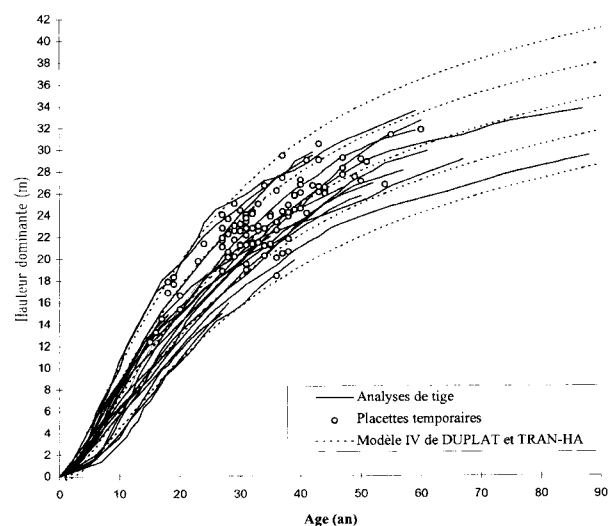
La comparaison des courbes de croissance relatives au mélèze japonais avec celles de l'europpéen (*figure 5*) permet d'observer une croissance similaire entre les deux espèces jusqu'à environ 60 ans avec un léger avantage pour le mélèze d'Europe dans le jeune âge.

À partir de 60 ans la croissance en hauteur du mélèze du Japon semble ralentir par rapport à celle du mélèze d'Europe. Remarquons toutefois que nous ne disposons pas d'analyses de tige de plus de 61 ans pour le mélèze d'Europe et que cette observation provient donc d'une extrapolation des courbes à des âges pour lesquels nous ne disposons d'aucune d'information.

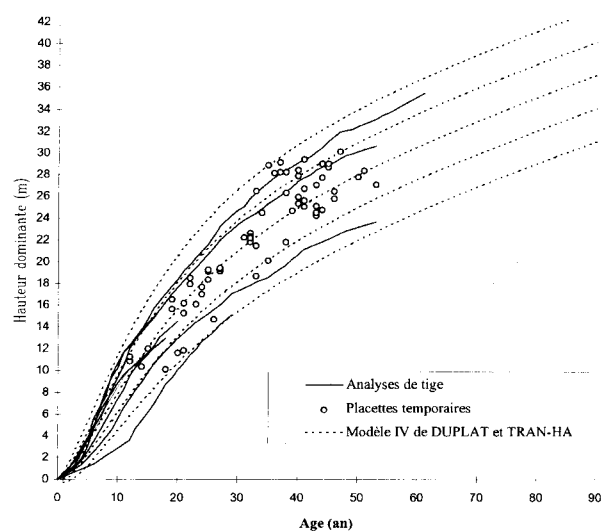
Pour vérifier dans quelle mesure, l'absence d'analyses de tige de plus de 61 ans, influence ou non la forme des courbes du mélèze d'Europe, nous avons ajusté le modèle IV de Duplat et Tran-Ha aux données du mélèze du Japon en limitant ces données aux âges inférieurs à 61 ans. Les courbes résultantes sont globalement sem-

**Tableau III.** Paramètres du modèle IV de Duplat et Tran-Ha pour les mélèzes d'Europe et du Japon.

Mélèze du Japon	Mélèze d'Europe
a = 8,3644	a = 6,621
c = 16,2195	c = 11,9741
d = 1,0001	d = 1,0292
p = 0,0200	p = 0,1267



**Figure 3.** Courbes de croissance en hauteur dominante du mélèze du Japon (modèle IV de Duplat et Tran-Ha) surimposées aux données (analyses de tige et placettes temporaires) qui leur ont donné naissance.



**Figure 4.** Courbes de croissance en hauteur dominante du mélèze d'Europe (modèle IV de Duplat et Tran-Ha) surimposées aux données (analyses de tige et placettes temporaires) qui leur ont donné naissance.

blables à celles du mélèze d'Europe, comme le montre le *tableau IV* reprenant par intervalle de 10 ans la différence (exprimée en m) entre les hauteurs estimées par les deux courbes.

**Tableau IV.** Différences (en m), par intervalle de 10 ans entre les hauteurs estimées par les courbes de croissance du mélèze d'Europe et du mélèze du Japon ajustées aux données inférieures à 61 ans.

Âge	Différence de hauteur dominante (m) (européen-japonais)
20 ans	0,5
30 ans	0,3
40 ans	0,1
50 ans	0
60 ans	-0,1
70 ans	-0,3
80 ans	-0,4

Nous avons donc choisi de ne déterminer qu'un seul modèle de croissance en hauteur dominante valable pour ces deux espèces (= modèle général).

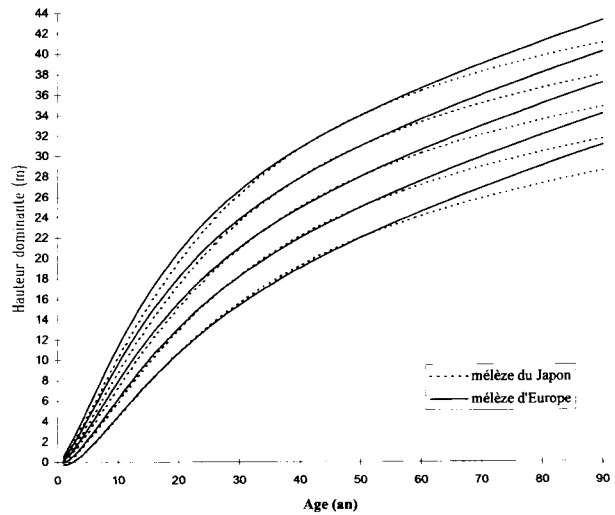
$$H = \left( 7,9968 * \ln(Age + 1) + b \right)$$

$$* \left[ 1 - \exp\left(-\left(\frac{Age}{17,0634}\right)^{1,0001}\right) \right] + 0,0248 * Age$$

$$\text{avec } b = \frac{(H50 - p * 50)}{1 - \exp\left(-\left(\frac{50}{17,0634}\right)^{1,0001}\right)} - 7,9968 * \ln(51)$$

Le modèle général est équivalent au modèle particulier établi pour le mélèze du Japon et un peu moins bon pour le mélèze d'Europe. La variance résiduelle est de 0,55 m. L'examen visuel des courbes surimposées aux courbes expérimentales est satisfaisant. Pour des âges compris entre 15 et 100 ans pour le mélèze du Japon et entre 15 et 80 ans pour le mélèze d'Europe, ce modèle peut être utilisé pour une approche très satisfaisante de l'évolution de la hauteur dominante.

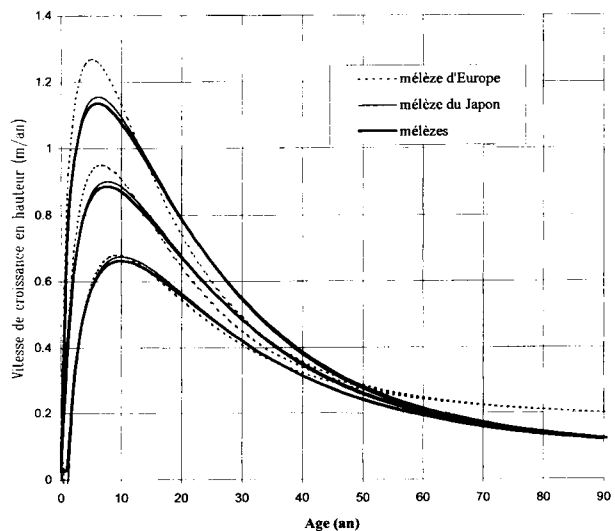
Vu l'amplitude des variations de la hauteur dominante en fonction de l'âge (environ 15 m à 50 ans), cinq niveaux de productivité sont définis de 34 à 22 m de hauteur dominante à 50 ans séparés par un pas de 3 m. Le *tableau V* reprend les valeurs des hauteurs dominantes (en m), en fonction de l'âge pour les cinq indices de fertilité. Toutefois un modèle commun de croissance en hauteur dominante ne signifie pas nécessairement que les deux essences aient la même productivité en volume ; celle-ci est en effet aussi influencée par l'accroissement



**Figure 5.** Courbes de croissance en hauteur dominante des mélèzes du Japon et d'Europe.

en grosseur qui, à accroissements quasi identiques en hauteur dominante, peut ne pas être le même pour les deux espèces concernées.

Afin d'apprécier la cinétique de croissance en hauteur des mélèzes, nous avons aussi étudié la dérivée première du modèle IV de Duplat et Tran-Ha. Celle-ci représente la vitesse de croissance en hauteur dominante (*figure 6*).



**Figure 6.** Évolution de la vitesse de croissance en hauteur dominante pour les mélèzes : dérivée première du modèle IV de Duplat et Tran-Ha ( $H50 = 34, 28$  et  $22$  m).

**Tableau V.** Valeurs des hauteurs dominantes (en m) du modèle général des mélèzes, en fonction des âges pour les cinq indices de fertilité.

Âge	Classe I H50 = 34 m	Classe II H50 = 31 m	Classe III H50 = 28 m	Classe IV H50 = 25 m	Classe V H50 = 22 m
15	15,2	13,3	11,5	9,6	7,8
20	19,5	17,3	15,1	12,9	10,7
25	23,1	20,7	18,2	15,8	13,3
30	26,1	23,5	20,8	18,2	15,6
35	28,6	25,8	23,1	20,3	17,6
40	30,7	27,8	25,0	22,1	19,2
45	32,5	29,5	26,6	23,7	20,7
50	34	31	28	25	22
55	35,3	32,3	29,2	26,2	23,1
60	36,5	33,4	30,3	27,2	24,2
65	37,5	34,4	31,3	28,2	25,1
70	38,4	35,3	32,1	29,0	25,9
75	39,2	36,1	32,9	29,8	26,7
80	39,9	36,8	33,7	30,5	27,4
85	40,6	37,5	34,3	31,2	28,0
90	41,3	38,1	35,0	31,8	28,7

Elle atteint un maximum allant de 1,1 m/an pour la classe I à 0,7 m/an pour la classe V. Si elle culmine très tôt (entre 7 et 10 ans), elle se réduit, en revanche, fortement dès 40 ans, surtout pour le mélèze du Japon.

#### 4. CONCLUSION

Un modèle général de croissance en hauteur dominante en fonction de l'âge a été établi pour les mélèzes du sud de la Belgique en utilisant le modèle IV de Duplat et Tran-Ha. Les courbes sont basées sur l'analyse de 54 tiges réparties dans 27 peuplements. Cinq niveaux de productivité échelonnés de 34 m à 22 m de hauteur dominante à 50 ans ont été définis à partir des données émanant de 194 placettes temporaires.

Ces courbes de productivité doivent servir de base à une étude approfondie de la croissance des mélèzes sur la base d'un modèle « arbre » en vue de dégager des normes sylvicoles à appliquer à ces peuplements.

**Remerciements :** Cette étude a pu être finalisée grâce à l'efficacité de P. Larose, S. Marenne et G. Reinbold qui ont récolté l'ensemble des données nécessaires. Nous tenons également à remercier les propriétaires forestiers qui nous ont gracieusement offert plusieurs mélèzes pour effectuer les analyses de tige. Nos remerciements s'adressent également aux gestionnaires forestiers qui ont activement collaboré à cette étude.

#### RÉFÉRENCES

- [1] Bard Y., Non linear parameter estimation, Academic press, New York, 1974.
- [2] Dagnelie P., Palm R., Rondeux J., Thill A., Tables de production relatives à l'épicéa commun, Les Presses Agronomiques, Gembloux, 1988.
- [3] Debouche C., Application de la régression non linéaire à l'étude et à la comparaison de courbes de croissance longitudinale, faculté des sciences agronomiques, Gembloux, 1977.
- [4] Delvaux J. Différenciation sociale, *Schweiz. Z. Forstwes.* 132 (1981) 733-749.
- [5] Duplat P., Tran-Ha M., Modèles de croissance en hauteur dominante pour le hêtre, le sapin pectiné, le pin sylvestre dans le massif de l'Aigoual, Office national des forêts, Paris, 1986.
- [6] Le Goff N., Productivité du frêne en région Nord-Picardie : Courbes de croissance en hauteur, *Ann. Sci. For.* 39 (1982) 259-288.
- [7] Rondeux J., La mesure des arbres et des peuplements forestiers, Les Presses Agronomiques, Gembloux, 1993.
- [8] Rondeux J., Thibaut A., Tables de production relatives au douglas, Les Presses Agronomiques, Gembloux, 1996.
- [9] Rondeux J., Lecomte H., Fagot J., Laurent C., Toussaint A. Quelques données statistiques récentes sur la forêt Wallonne, *Bull. Soc. Roy. For. Belg.* 93 (1986) 1-22.