

**CHAPITRE V :
CARACTERISATION ET
MESURE DES
PEUPLEMENTS REGULIERS**

CHAPITRE V : CARACTERISATION ET MESURE DES PEUPEMENTS REGULIERS

I. INTRODUCTION

Classiquement, une futaie à structure régulière est constituée d'un ensemble d'arbres ayant le même âge (peuplement équié). Cependant ce cas est particulier et la définition plus communément admise est prise dans un sens plus large : on parlera de futaie à structure régulière lorsque l'éventail des âges n'excède pas environ le quart de l'âge optimal d'exploitabilité de l'essence principale. D'un point de vue dendrométrique, un tel peuplement peut donc être caractérisé ou représenté par des grandeurs moyennes ou ramenées à l'unité de surface.

Nous verrons ainsi dans ce chapitre les diverses manières d'exprimer la grosseur moyenne des arbres d'un peuplement régulier, ainsi que les différentes hauteurs moyennes. Nous apprendrons également comment exprimer et calculer la densité de ces peuplements. Savoir caractériser dendrométriquement un peuplement régulier, tel est l'objectif de ce chapitre.

II. LA GROSSEUR MOYENNE DES ARBRES D'UN PEUPEMENT

2.1. GENERALITES

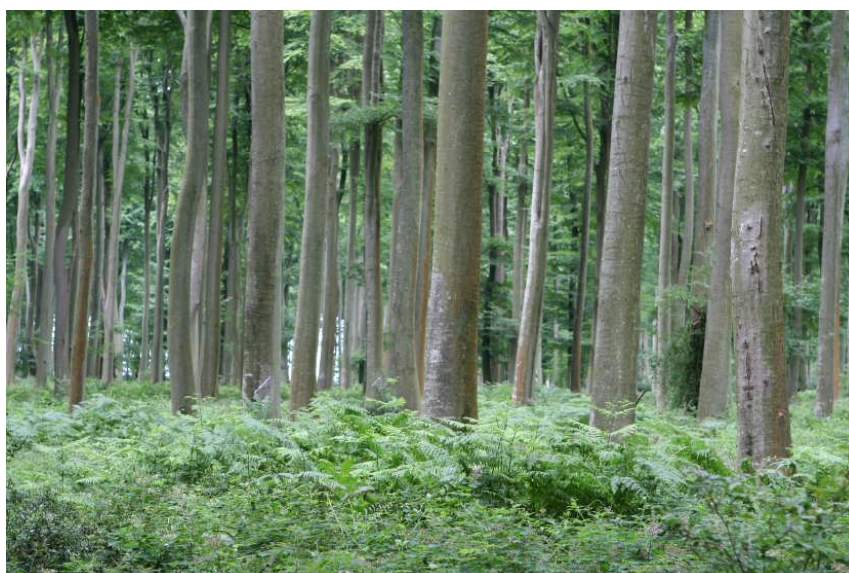
La grosseur moyenne des arbres d'un peuplement peut être exprimée de plusieurs manières. Elle est souvent le reflet de beaucoup de valeurs dendrométriques moyennes des peuplements et est un élément caractéristique de ceux-ci qui intervient dans la définition de leur structure (distribution des nombres de bois par catégories de grosseur) et qui permet, dans certaines limites, d'apprécier la sylviculture pratiquée.

2.2. LES VALEURS MOYENNES DE LA GROSSEUR

Toutes les valeurs moyennes de la grosseur (circonférence ou diamètre) d'un peuplement sont calculés à partir de la distribution de fréquences des nombres de bois par catégorie de grosseur. Elles définissent ce que l'on a coutume d'appeler les « arbres moyens » ou des « tiges moyennes ». Afin de mieux expliciter ces notions, nous prendrons pour exemple concernant les données relatives à l'inventaire d'un peuplement équienné de hêtre de la forêt domaniale d'Eawy en Haute Normandie (tableau 1 ci-dessous).

Classe de diamètre d_i (cm)	Nombre de tiges n_i
20	1
25	1
30	2
35	3
40	5
45	13
50	14
55	17
60	26
65	15
70	7
75	3
80	2
85	1
90	0

Tableau 1 : Inventaire complet des tiges d'un peuplement de hêtre de 134 ans (valeurs ramenées à l'ha) – Densité : 110 tiges /ha – $G = 27,9 \text{ m}^2/\text{ha}$



a) La tige de diamètre moyen arithmétique :

Cette valeur moyenne résulte du calcul de l'expression suivante :

$$\bar{d} = \frac{n_1 \cdot d_1 + n_2 \cdot d_2 + \dots + n_j \cdot d_j}{n_1 + n_2 + \dots + n_j} = \frac{\sum_{i=1}^n n_i \cdot d_i}{N}$$

avec :

n_i = nombre de bois inclus dans la classe de diamètre d_i ,

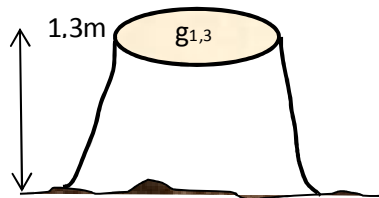
N = nombre total de bois du peuplement.

Elle est évidemment fortement influencée par les interventions sylvicoles pratiquées (éclaircies).

Exemple : Pour le peuplement considéré dans le tableau 1, la tige de diamètre moyen arithmétique a pour valeur 55,7 cm.

b) La tige de surface terrière moyenne :

Rappelons tout d'abord que la surface terrière d'un arbre ($g_{1,3}$) correspond à la surface de sa section à 1,3.



La surface terrière G du peuplement est alors ensuite obtenue par sommation des surfaces terrières g_i des N arbres à l'hectare le constituant, soit :

$$G = n_1 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 + n_2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_2^2 + \dots + n_j \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_j^2 = \frac{\pi}{4} \cdot \sum n_i d_i^2 = \sum n_i \cdot g_i$$

L'unité de mesure de G est le m^2/ha .

Connaissant la surface terrière d'un peuplement (G), on peut en déduire la surface terrière moyenne et le diamètre qui lui correspond. Nous verrons plus loin (IV) comment prendre la mesure de la surface terrière d'un peuplement.

Sur la base de G et de N, on peut calculer la surface terrière moyenne :

$$\bar{g} = G/N$$

et donc :

$$d_{\bar{g}} = \sqrt{\frac{4\bar{g}}{\pi}}$$

La tige de surface terrière moyenne présente des dimensions très proches de celles de la tige de volume moyen, ce qui lui confère un incontestable intérêt et lui vaut d'être recommandée dans la pratique.

Exemple : Si nous appliquons les relations ci-dessus aux données du tableau 1, on obtient :

$$\bar{g} = \frac{27,9}{110} = 0,2536 \text{ m}^2$$

et

$$d_{\bar{g}} = \sqrt{\frac{4\bar{g}}{\pi}} = 56,7 \text{ cm}$$

soit une valeur proche de celle du diamètre moyen arithmétique.

2.3. LA DISTRIBUTION DES TIGES PAR CATEGORIES DE GROSSEUR

Lorsque, dans un peuplement, on procède au regroupement de toutes les tiges recensables par catégorie de grosseur, on définit une distribution de fréquences. Celle-ci présente un grand intérêt en matière de gestion forestière car elle exprime la « structure » du peuplement.

Les grosseurs présentent une distribution typique s'apparentant souvent à une courbe en cloche de GAUSS (figure 1).

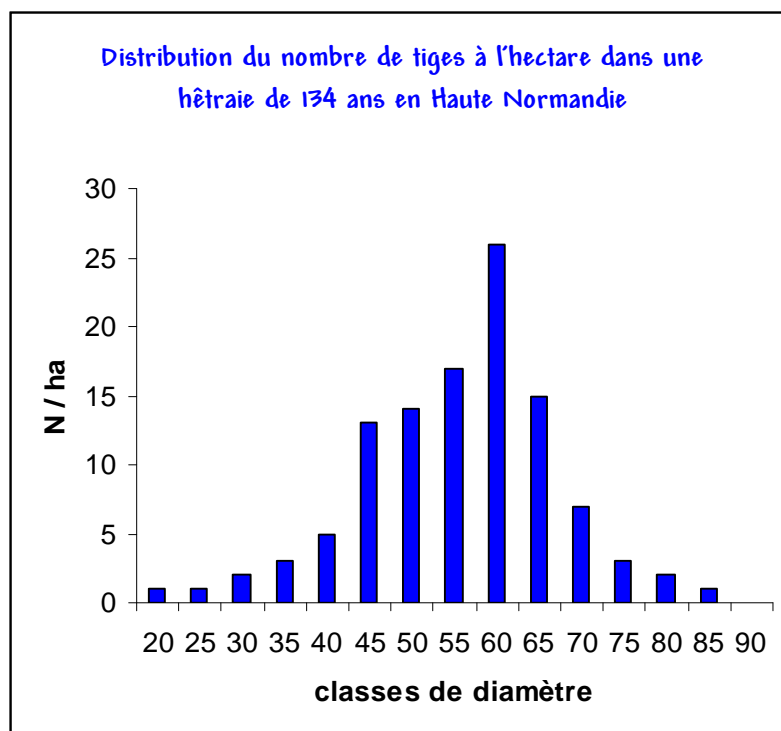


Figure 1 : Inventaire complet des tiges d'un peuplement de hêtre de 134 ans (valeurs ramenées à l'ha) – Densité : 110 tiges /ha – $G = 27,9 \text{ m}^2/\text{ha}$

III. LA HAUTEUR MOYENNE DES ARBRES D'UN PEUPLEMENT

3.1. GENERALITES

La figure 2 ci-dessous représente une courbe appelée courbe de hauteur d'un peuplement : elle a été obtenue par mesures des grosseurs (diamètres ou circonférences à 1,3 m) et des hauteurs d'un certain nombre d'arbres du peuplement en cause. Ayant obtenu alors un nuage de points, il a suffi d'ajuster une courbe moyenne. Cette courbe de hauteur donne la hauteur moyenne des arbres des différentes catégories de grosseur présentes.

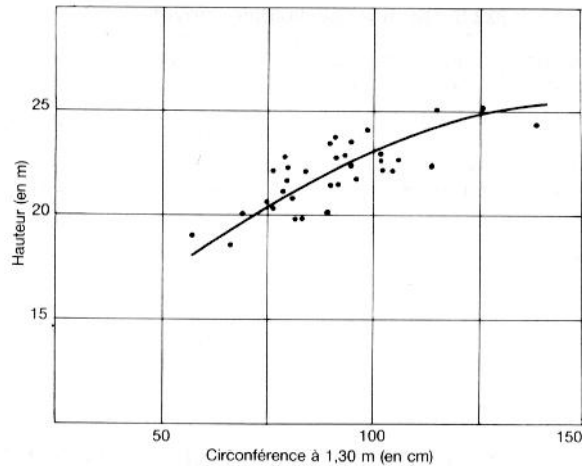


Figure 2 : Courbe de hauteur d'un peuplement de Mélèzes (Montgenèvre, 1954) in BOUCHON J., 1988

Les courbes de hauteurs ont une allure influencée par la structure du peuplement. Dans un peuplement de futaie régulière, la courbe des hauteurs en fonction des hauteurs, a l'allure d'une parabole (figure 2) et n'a pas du tout tendance à être immuable dans le temps : elle se déplace vers le haut au fur et à mesure que le peuplement vieillit (figure 3).

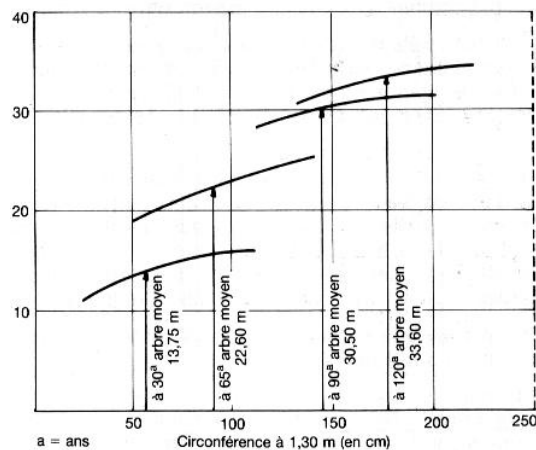


Figure 3: Courbe de hauteurs de peuplements (30ans, 65 ans, 90 ans, 120 ans) de pin laricio de Calabre (Les Barres) in BOUCHON J., 1988

En outre, signalons que les courbes de hauteurs des peuplements équiennes jeunes sur sol fertile monteraient sous un fort coefficient angulaire. Au contraire, à un peuplement âgé en station médiocre correspondrait une courbure peu accentuée se rapprochant davantage de l'horizontale.

La hauteur moyenne d'un peuplement est une caractéristique dendrométrique importante. Elle est une des composantes du volume et, dans certaines conditions, elle constitue un critère d'appréciation très utile de la productivité forestière.

3.2. LES DIVERS TYPES DE HAUTEURS MOYENNES DANS UN PEUPEMENT

a. La hauteur moyenne arithmétique :

Théoriquement, cette expression suppose la détermination des hauteurs individuelles des arbres du peuplement. En pratique, on détermine les hauteurs moyennes par catégories de grosseur au moyen d'un échantillon. La hauteur moyenne arithmétique est habituellement la plus petite des hauteurs moyennes.

Exprimée sous forme mathématique, cette hauteur s'écrit :

$$\bar{h} = \frac{n_1 \cdot h_1 + n_2 \cdot h_2 + \dots + n_j \cdot h_j}{N} = \frac{\sum n_i \cdot h_i}{N}$$

si N représente le nombre total d'arbres du peuplement.

Exemple : En appliquant la formule ci-avant aux données du tableau 2 ci dessous, on obtient :

$$\bar{h} = \frac{1.19 + 1.22 + \dots + 2.35 + 1.35}{110} = 30,6m$$

Classe de diamètre d_i (cm)	Nombre de tiges n_i	hauteurs h_i (m)
20	1	19
25	1	22
30	2	25
35	3	26
40	5	26
45	13	27
50	14	29
55	17	31
60	26	33
65	15	32
70	7	34
75	3	35
80	2	35
85	1	35
90	0	0

Tableau 2 : Inventaire complet des tiges d'un peuplement de hêtre de 134 ans (valeurs ramenées à l'ha) – Densité : 110 tiges /ha – $G = 27,9 \text{ m}^2/\text{ha}$

b. La hauteur dominante :

La hauteur dominante est aussi une hauteur moyenne du peuplement mais elle s'adresse à une certaine catégorie de bois, à un étage ou à un nombre déterminé de sujets parmi les plus hauts ou les plus gros. La hauteur dominante varie de manière assez continue dans le temps, ce qui, à l'inverse des hauteurs moyennes habituelles, lui permet d'être une bonne expression de la croissance d'un peuplement. De plus, cette hauteur est peu sensible à l'intensité et au type des éclaircies (figure 4 ci-dessous), pour autant qu'il ne s'agisse pas d'une éclaircie nettement par le haut ; à ce titre, elle peut être utilisée comme base de définition des classes de productivité (chapitre IX).

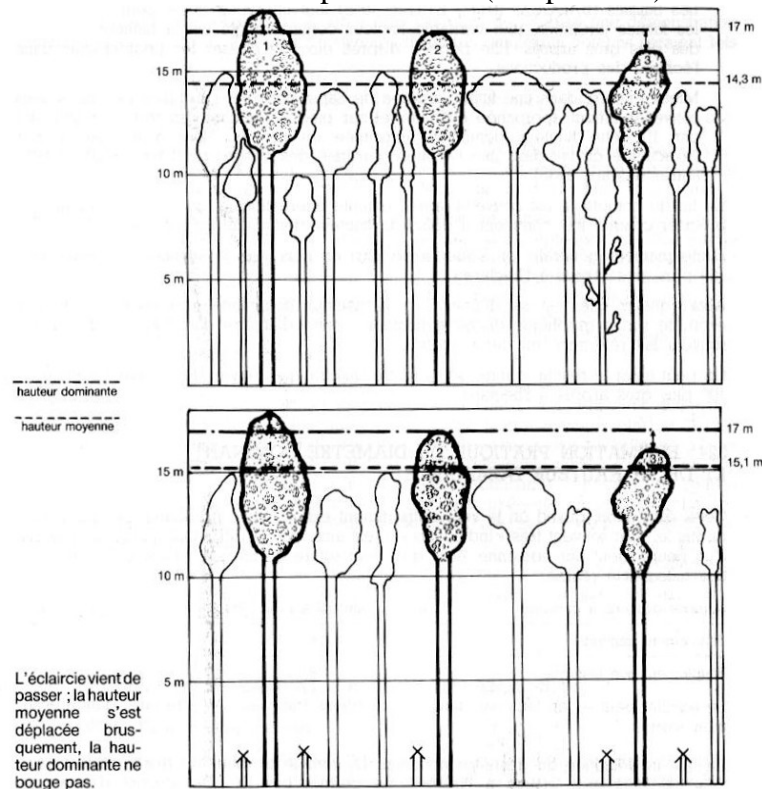


Figure 4 : Effet d'une éclaircie par le bas sur la hauteur dominante (in BOUCHON J., 1988)

Parmi les diverses expressions de la hauteur dominante, nous distinguerons la hauteur dominante biologique et la hauteur dominante mathématique.

- La hauteur dominante biologique correspond à la hauteur moyenne des arbres dominants et codominants ; elle tient compte de la disposition sociologique des arbres dans le peuplement.
- La hauteur dominante mathématique correspond à la hauteur moyenne d'un nombre déterminé d'arbres parmi les plus gros ou les plus hauts. Les définitions qui sont le plus souvent proposées concernent soit la hauteur moyenne d'un nombre fixé d'arbres parmi les plus gros, soit la hauteur moyenne d'une proportion fixée d'arbres parmi les plus gros.

La première définition est de loin la plus utilisée ; elle est concrétisée par la hauteur moyenne arithmétique des 100 plus gros bois à l'hectare.

Sur un plan pratique, il est bien évident que la mise en oeuvre de pareille définition serait très laborieuse et deviendrait irréaliste dans le cas où les peuplements compteraient moins de 100 arbres à l'hectare. Pour estimer la hauteur dominante, on limitera, par conséquent, ses investigations à un nombre limité d'arbres échantillonnés et l'on ne perdra pas de vue la définition première de la hauteur dominante.

De plus, il ne faut pas perdre de vue que les arbres les plus gros ne sont cependant pas toujours les plus hauts (arbres de bordures), aussi admettrons nous que cette définition a avant tout valeur de convention.

IV. LA DENSITE D'UN PEUPEMENT

4.1. LA NOTION DE DENSITE

La notion de densité, étroitement liée à divers concepts sylvicoles tels que la concurrence entre individus et le degré de couvert d'un peuplement appelle plusieurs précisions. Il faut faire la distinction entre la densité au sens d'une mesure quantitative du degré d'occupation d'une surface par les arbres (occupation traduite en principe par le volume ou le nombre de bois à l'hectare, par exemple) et la densité relative exprimée en pour cent d'une valeur moyenne ou optimale à mettre en relation avec un objectif à atteindre dans la gestion d'un peuplement.

Une définition pertinente de la densité devrait en outre permettre de comparer des peuplements d'âges et de productivité différents, ce qui suppose que la densité ne soit pas elle-même liée à ces caractéristiques. Cette condition n'est évidemment pas rencontrée lorsqu'on utilise comme critères le nombre de tiges, la surface terrière ou le volume à l'unité de surface, ces éléments étant tributaires de la productivité des milieux de croissance, de l'âge et de l'histoire des peuplements.

La densité peut être exprimée en termes absolus ou relatifs. Les expressions habituelles de la densité concernent la totalité d'un peuplement ou la moyenne de peuplements et se réfèrent à une surface occupée. Lorsqu'on s'intéresse à la densité dans le sens plus restrictif des arbres et des conditions de leur croissance, on définit alors des densités « locales » ou « ponctuelles » matérialisant la notion de compétition ou encore de concurrence entre individus.

4.2. LES DIVERSES EXPRESSIONS DE LA DENSITE D'UN PEUPEMENT

On distingue deux types d'expression afin de définir la densité d'un peuplement : il s'agit de la densité absolue et des indices de densité.

4.2.1. La densité absolue

La surface terrière et le nombre de bois ramenés à l'hectare sont des critères très souvent évoqués et utilisés pour définir la densité absolue d'un peuplement forestier. En principe le volume, expression la plus logique de la densité, est nettement plus difficile à déterminer (voir chapitre VII).

A. La surface terrière

La surface terrière d'un peuplement (G) est, pour un hectare, la somme des surfaces des sections de tous les arbres mesurés à 1,3 m. Elle peut être mesurée par plusieurs moyens répartis en deux catégories :

Matériel à encoches :

- le relascope à encoche (aussi appelé relascope à chaînette),
- dendromètre SUUNTO à encoche.

Matériel à dispositif optique :

- le relascope de Bitterlich (voir chapitre X),
- prismes relascopiques,

a. Le relascope à encoche :

Le principe est le suivant : une encoche tenue à une distance fixe de l'oeil (chaînette tendue), détermine un angle constant.



Figure 5 : Relascope à chaînette (valeur : environ 25 €)

En faisant un tour d'horizon complet, on compte tous les arbres dont le diamètre apparent est plus grand que l'encoche (les arbres tangents c'est-à-dire limites, sont comptés pour moitié ou une fois sur deux). Ce procédé est illustré dans la figure 6.

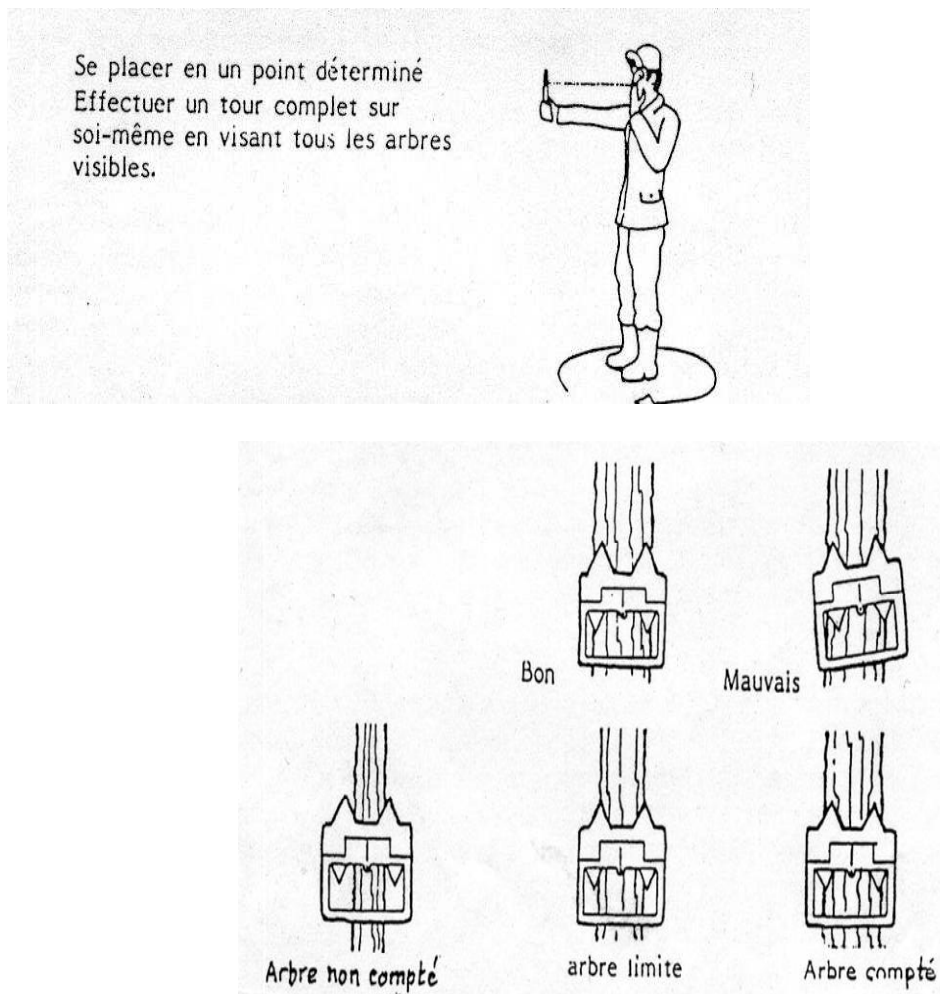


Figure 6 : Principe de la mesure avec la Chaînette relacopique

De plus, si G est la surface terrière à l'hectare recherchée, N le nombre d'arbres comptés en un tour d'horizon, BITTERLICH a démontré par un raisonnement mathématique exposé au chapitre X que : $G=K.N$, K étant une constante appelée facteur de surface terrière et dépendant de l'angle de « balayage » (largeur de l'encoche) choisi. Ainsi, en choisissant convenablement largeur de l'encoche (1 cm) et longueur de chaînette (50 cm), on peut donner au facteur K la valeur de 1. On aura alors $G=N$, c'est-à-dire que chaque arbre intercepté comptera pour 1 mètre carré / ha.

Dans les peuplements denses, on peut adopter un facteur de surface terrière plus élevé : 2 ou 4. Certaines chaînettes relacopiques offrent la possibilité de choisir K grâce à un système d'encoches amovibles (figure 7).



Figure 7 : Relascope à chaînette suédois et relascope « porc-épic » : ces appareils possèdent 4 encoches correspondant à des facteurs $K = 1/2, 1, 2, \text{ ou } 4$ (catalogue ZIMMER , 2004).

b. Les prismes relascopiques

C'est d'abord en Amérique du Nord qu'on a pensé aux prismes. Le principe de la mesure est le suivant :

On voit à travers le prisme, une image déplacée des arbres qu'on observe. Suivant que les images:

- se recouperont (figure 8a),
- seront tangentes (figure 8b),
- ne se recouperont pas (figure 8c),

l'arbre sera :

- compté,
- limite,
- non-compté.

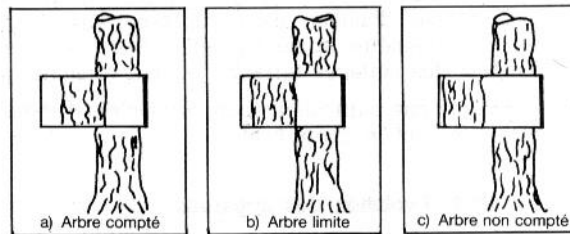


Figure 8 : Emploi du prisme relascopique (in Bouchon J., 1988)

Il existe des prismes à facteur 1,2 ou 4 (un facteur par prisme). Le cout d'un prisme est d'environ 70 à 80 €.

c. dendromètre SUUNTO

La mesure de surface terrière peut être effectuée avec un appareil SUUNTO muni d'une encoche relascopique (facteur $K = 1$) et d'une chaînette.

B. Le nombre de tiges à l'hectare

a) Méthode classique par placettes de surface connue :

On installe des placettes (forme circulaire, carrée ou rectangulaire) représentatives de l'ensemble du peuplement. Connaissant leur surface, on en déduit pour chacune le nombre de tiges à l'hectare. Il suffit ensuite de calculer la valeur moyenne pour le peuplement.

Rappelons que pour être représentative, une placette doit comporter idéalement un nombre minimum de bois :

- 15 pour les peuplements résineux ;
- 20 - 25 (voire 30) pour les peuplements feuillus .

Exemple :

Dans une plantation d'épicéa commun, on a installé de manière systématique 10 placettes de 10 ares chacune.

Les résultats sont les suivants :

n = 16 ; 14 ; 18 ; 13 ; 12 ; 9 ; 17 ; 16 ; 15 ; 14.

Le nombre moyen de tiges à l'hectare sera donc de 1140 tiges / ha.

Remarque : dans les jeunes peuplements issus de plantation pratiquer comme suit :

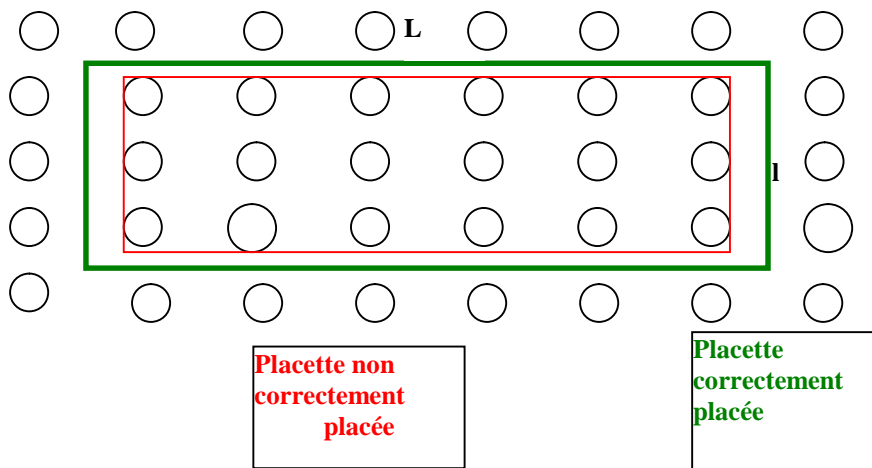


Figure 9 : Placettes rectangulaire en plantation

b) Méthode utilisant la surface terrière :

On utilise la relation vue précédemment :

$$N = \frac{G}{g} = \frac{G}{\frac{\pi \cdot d_g^2}{4}}$$

où l'on peut prendre pour estimer le diamètre de l'arbre moyen, le diamètre moyen arithmétique.

c) Méthode de l'espacement moyen entre deux tiges :

Dans un endroit représentatif du peuplement, on repère deux arbres séparés par une distance représentant l'espacement moyen. On répète la mesure à différents endroits du peuplement et l'on effectue ensuite une moyenne entre les espacements trouvés.

Pour trouver la valeur de la densité, il suffit alors de réaliser le calcul suivant :

$$N = \frac{10000}{\frac{\sqrt{3}}{2} \times L^2} = \frac{1,155 \times 10000}{L^2} = \frac{11550}{L^2}$$

avec L = valeur moyenne de l'espacement entre deux tiges exprimé en mètres.
Ceci est admis lorsque les arbres sont distribués dans le peuplement de façon optimale, c'est-à-dire en quinconce parfait¹, occupant les pointes de triangles équilatéraux.

Pour être fiable, la méthode doit être utilisée dans des peuplements homogènes (futaies régulières) et effectuer au moins 4 - 5 points de sondage.

Dans le cas où l'on considère que l'espace occupé par un arbre est de forme carrée (la distribution des arbres est de type carré), on peut également effectuer $N = 10000 / a^2$ avec a = valeur du côté.

¹En réalité, le facteur d'occupation de l'espace n'est pas toujours exactement de 1,155, mais s'approche dans les vieux peuplements de la valeur de 1,05.

La distribution carrée implique que l'espace est moins bien occupé par les arbres (vides entre couronnes). Aussi, les densités calculées seront de 15 % inférieure à celles calculées à partir de la première formule (pour une même valeur de L).

Enfin, dans le cas d'une plantation non carrée, prendre l'espace moyen entre les lignes (L), puis prendre une moyenne de quelques mesures d'espacements (e) entre les arbres sur une ligne.

Ensuite, on applique la formule :

$$N = 10000 / (L * e)$$

d) Méthode du L4 :

A partir d'un point d'arrêt fixé au hasard, on mesure la distance qui sépare ce point de la moitié du quatrième arbre le plus proche.

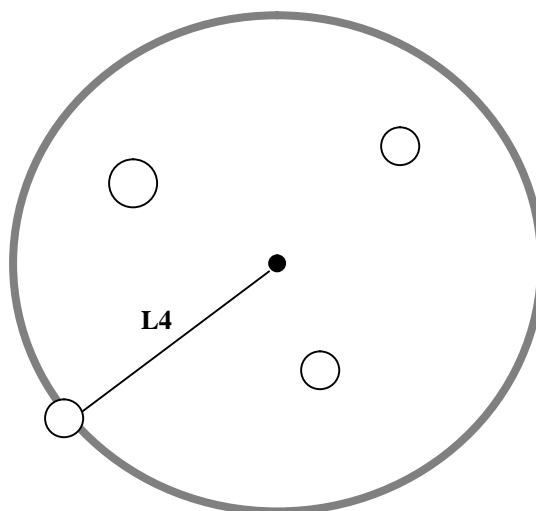


Figure 10 : Méthode du L₄

Cette distance L₄ (L vient de length) correspond au rayon d'un cercle. Dans ce cercle de surface $\pi.L_4^2$, on compte alors 3,5 arbres (seule la moitié du houppier du quatrième arbre est dans le cercle).

Chaque arbre occupe donc une surface de :

$$\frac{\pi.L_4^2}{3,5} = ym^2$$

Dans un hectare, on a donc un nombre de tiges égale à $(10000/ y) = x$ tiges / ha. Pour être fiable, la méthode doit être utilisée dans des peuplements homogènes (futaies régulières par exemple) et effectuer au moins 4 - 5 points de sondage.

Exemple :

Pour un point de sondage, on a :

$$L_4 = 6,2 \text{ m}, 1 \text{ arbre occupe } (\pi \cdot 6,2^2) / 3,5 = 34,5 \text{ m}^2.$$

On a donc $10000/ 34,5 = 290$ tiges / ha.

N.B : En peuplement moins homogène, on prendra un L6 ou un L7.

4.2.2. Les indices de densité

Pris isolément, indépendamment de l'âge notamment, les paramètres vus ci-dessus sont peu intéressants. A tous les âges, le nombre de bois d'un peuplement peut en effet varier fortement sans influencer la densité (au sens du couvert). Quant à la surface terrière ou au volume, ils n'ont guère de sens comme indicateurs de densité s'ils ne se réfèrent pas à des peuplements d'âges fixés, d'essences et de fertilités connues.

C'est la raison pour laquelle il sera préférable de mettre l'accent sur des indices ou des expressions étant affranchies de pareilles dépendances ou contraintes.

Parmi les indices proposés, nous ne retiendrons ici que le facteur d'espacement de HART-BECKING ($S\%$). Cet indice est utilisé principalement pour chiffrer l'intensité d'une éclaircie, il donne une relation entre l'espacement moyen « a » des arbres et la hauteur dominante (H_{dom}) du peuplement.

Il s'écrit :

$$S\% = \frac{a}{H_{dom}} \times 100$$

Pour calculer l'espacement moyen a entre arbres, l'auteur émet l'hypothèse que, dans un peuplement parfaitement régulier (ce coefficient ne peut s'appliquer qu'aux futaies équiennes) au couvert complet, tous les arbres se trouvent répartis aux sommets de triangles équilatéraux, ou, ce qui revient au même, au centre d'un hexagone régulier (figure 11 ci -dessous).

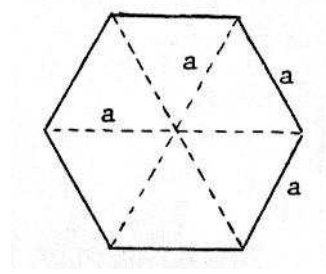


Figure 11 : Hexagone et espacement moyen.

De la sorte, chaque arbre dispose, pour épanouir sa cime et ses racines, d'un tiers de la surface de chacun des six triangles équilatéraux qui l'entourent.

La surface d'un triangle équilatéral étant calculée de la façon suivante (figure 12):

$$a^2 = \left(\frac{a}{2}\right)^2 + h^2$$

d'où :

$$h = \sqrt{\frac{3}{4}} \times a$$

D'autre part :

$$S_{tri} = \frac{a \cdot h}{2} = \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4}$$

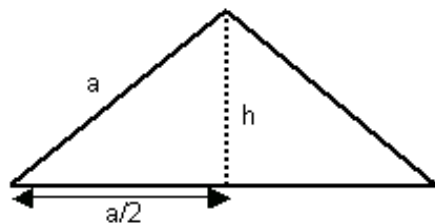


Figure 12 : Triangle équilatéral

Et donc :

$$S_{mi} = \frac{a^2 \cdot \sqrt{3}}{4}$$

Chaque sujet occupe donc une surface de :

$$\frac{6}{3} \times \frac{a^2 \sqrt{3}}{4} = \frac{1}{2} \cdot a^2 \cdot \sqrt{3} = a^2 \times 0,866$$

Le nombre d'arbres par ha est donc de :

$$N = \frac{10.000}{a^2 \times 0,866}$$

Pour établir le facteur d'espacement « S% » d'un peuplement donné, on dénombre les tiges présentes par ha, d'où l'on déduit leur espacement moyen a :

$$a = \sqrt{\frac{10.000}{N \times 0,866}}$$

et l'on mesure sa hauteur dominante (moyenne des hauteurs totales d'un certain nombre des sujets les plus gros).

$$S\% \text{ est alors } = \frac{10.000}{H_{dom}} \times \frac{1}{\sqrt{N \times 0,866}}$$

Le facteur d'espacement de Hart-Becking traduit l'espacement moyen entre les tiges d'un peuplement en pour cent de sa hauteur dominante. Un s élevé traduit une faible concurrence entre les tiges.

Cet indice est très employé en peuplements résineux équiennes afin de servir de guide afin de « doser » les éclaircies.

En effet, les valeurs de S% (après éclaircie) généralement recommandées sont de l'ordre de :

- Sapin pectiné : 16-20 %,
- Epicéa commun : 18 à 22 %
- Douglas : 22 à 25 %
- Mélèze du Japon : 24 à 28 %

Ces valeurs dépendent en fait du tempérament de l'essence et donc de ses besoins en lumière, mais aussi du dynamisme du traitement sylvicole.

Il est important de garder à l'esprit les limites d'emploi de ce facteur :

- peuplement homogène, équienné,
- cet indice n'est satisfaisant que durant la première partie de la vie du peuplement (âge < 50-60 ans environ) pendant laquelle se produit effectivement l'accroissement maximum en hauteur. Ensuite, c'est surtout l'accroissement en diamètre qui caractérise l'évolution du peuplement.

Nous avons déjà signalé que le facteur d'espacement de HART-BECKING pouvait servir de guide pour doser les éclaircies et calculer le nombre de tige à l'hectare à prélever. A cet effet, le gestionnaire pourra utiliser le tableau 3 en annexe de ce chapitre afin de faciliter les calculs.

L'emploi de ce facteur dans le cadre des éclaircies sera détaillé dans le cours de sylviculture (Abaque de Bouchon,...).

V. LE FACTEUR D'ELANCEMENT

Le facteur d'élanement ou facteur de stabilité est d'origine allemande. Il est défini de la façon suivante :

Pour un arbre :

$$f = \frac{h}{d}.$$

h et d étant la hauteur totale (en m) et le diamètre à 1,3 m (en cm) de l'arbre en cause.

Pour un peuplement :

$$F = \frac{H}{D} \text{ ou } \frac{H_0}{D_0}$$

H et D étant la hauteur totale et le diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne du peuplement ;

H_0 et D_0 étant respectivement la hauteur dominante et le diamètre moyen des arbres dominants, toujours exprimés dans la même unité.

Pour les arbres individuels, le rapport h/d n'est pas seulement un paramètre de forme, il nous renseigne également sur la position sociale des arbres : les arbres dominants et codominants ont, normalement, un rapport inférieur à 100 ; et pour le choix des arbres d'avenir, on conseille de ne retenir que des arbres ayant un rapport inférieur à 80.

Pour les peuplements résineux (douglas, épicéas), on comprend que, plus le facteur d'élancement de l'arbre moyen est faible, plus le peuplement est stable : il est communément admis qu'un facteur inférieur à 70-80 caractérise des peuplements résistants à d'éventuels risques de chablis importants ; un facteur égal ou supérieur à 100 désigne des peuplements très fragiles de ce point de vue ; toute éclaircie devient pratiquement impossible et il faudra alors songer à la coupe rase. Pour un coefficient compris entre 80 et 100, on ne peut que faire des éclaircies faibles (20 à 25 % des tiges au maximum).



Figure 13 : Dégâts provoqués par l'ouragan de 1999 en forêt de Lyons (76)

Toutefois, les choses ne sont pas si simples : un H/D de 75 peut signifier une bonne stabilité pour un épicéa de 15m de hauteur, il n'en sera pas ainsi pour un arbre de 30m.

Pour fixer les idées, Becquey et Riou-Nivert (1987) ont défini des zones de stabilité pour l'épicéa commun et le sapin pectiné (figure 14 ci – dessous) :

- La première zone ($H/D = 95 - 1,6 * H_{dom}$) présente une stabilité optimale, les arbres offrent une bonne résistance au vent.
- Dans le deuxième zone (comprise entre $H/D = 95 - 1,6 * H_{dom}$ et $H/D = 110 - 0,8 * H_{dom}$) les arbres résistent au vent par effet bloc (« stabilité en bloc »), les balancements des houppiers sont limités par la présence d'arbres voisins, toute éclaircie un peu forte peut donc déstabiliser le peuplement.
- La troisième zone correspond à des peuplements très sensibles, ayant une probabilité élevée d'être renversés en cas de vents forts.

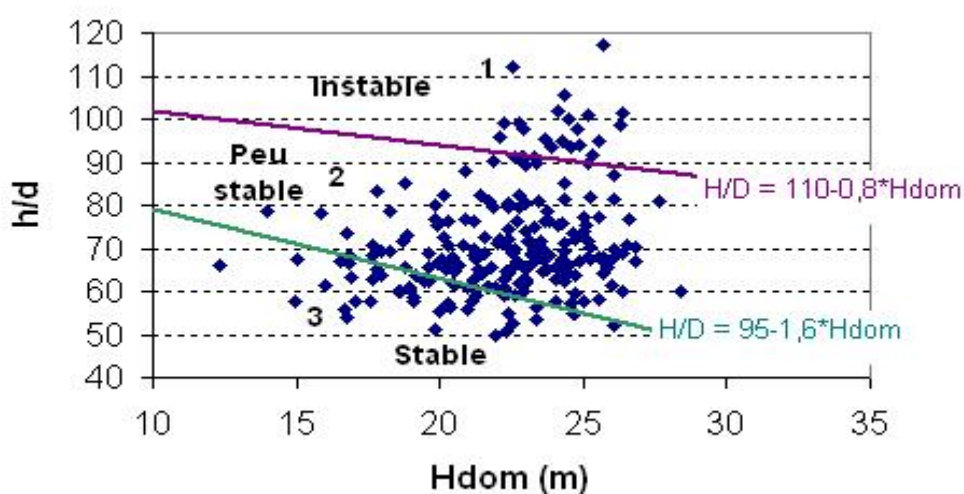


Figure 14 : Répartition des valeurs de H/D des peuplements réguliers (points bleus) d'épicéa commun du triage de Alt – Hattlich (Forêt domaniale d'Eupen, Belgique), d'après M. RICQ (2007).

De plus, le rapport H/D n'est pas le seul facteur conditionnant la stabilité d'un peuplement : il faut aussi prendre en compte la nature de l'essence, la forme des arbres, l'emprise au vent, le type d'enracinement, l'ancrage (facteurs limitant la profondeur de l'enracinement : présence d'un horizon argileux peu prospectable,.... – facteurs favorisant l'ancrage : pierrosité, sol profond,...), l'exposition, la situation topographique, etc. C'est pour cette raison, qu'il n'a pu être établie aucune liaison significative entre les risques de chablis et la valeur du H/D pour les peuplements feuillus (hêtre et chênes) ayant subis les tempêtes de 1999 en France.

Pour l'épicéa commun, on peut avancer les rapports dendrométriques suivants pour évaluer les risques de chablis (figure 15) :

- $H/D < 80$;
- H houppier/ Htot proche de 50 % : un rapport faible indique une concurrence forte avec les arbres voisins et donc un enracinement peu étendu ;
- $d_{houppier} / d_{1,3} > 20$: un rapport élevé indique un large houppier, corrélé avec un enracinement étendu horizontalement

Mais n'oublions pas les autres facteurs (sols, exposition,...) !

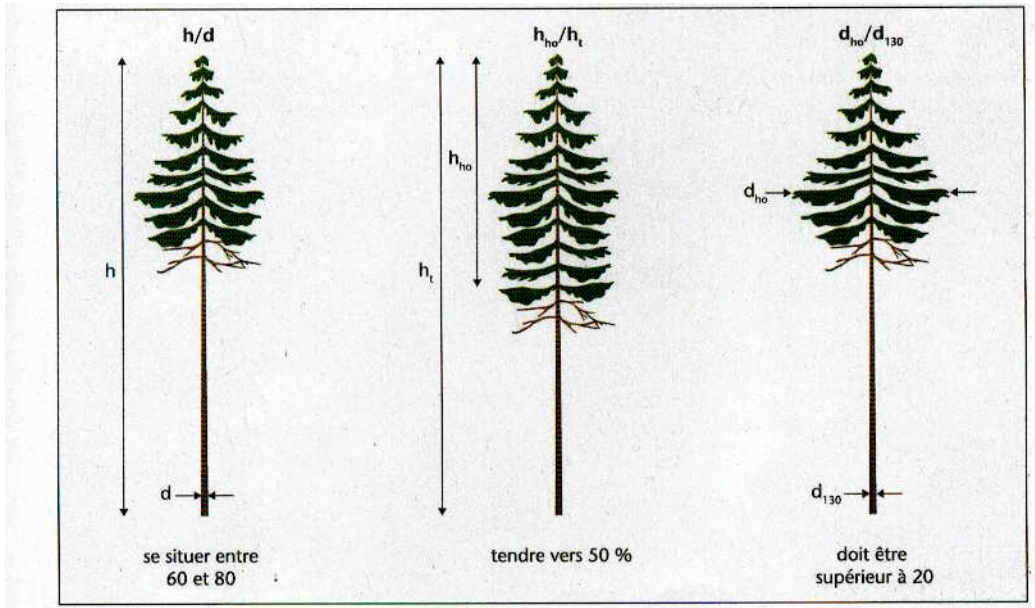


Figure 15 : Les différents rapports dendrométriques permettant d'estimer les risques de chablis pour l'épicéa commun (Balleux P. , 2006)

Chapitre 5 : Caractérisation et mesure des peuplements réguliers

S%	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Hdom																			
10	8019	6833	5891	5132	4511	3996	3564	3199	2887	2618	2386	2183	2005	1848	1708	1584	1473	1373	1283
11	6627	5647	4869	4241	3728	3302	2945	2643	2386	2164	1972	1804	1657	1527	1412	1309	1217	1135	1060
12	5569	4745	4091	3564	3132	2775	2475	2221	2005	1818	1657	1516	1392	1283	1186	1100	1023	953	891
13	4745	4043	3486	3037	2669	2364	2109	1893	1708	1549	1412	1292	1186	1093	1011	937	871	812	759
14	4091	3486	3006	2618	2301	2039	1818	1632	1473	1336	1217	1114	1023	943	871	808	751	701	655
15	3564	3037	2618	2281	2005	1776	1584	1422	1283	1164	1060	970	891	821	759	704	655	610	570
16	3132	2669	2301	2005	1762	1561	1392	1249	1128	1023	932	853	783	722	667	619	575	536	501
17	2775	2364	2039	1776	1561	1383	1233	1107	999	906	826	755	694	639	591	548	510	475	444
18	2475	2109	1818	1584	1392	1233	1100	987	891	808	736	674	619	570	527	489	455	424	396
19	2221	1893	1632	1422	1249	1107	987	886	800	725	661	605	555	512	473	439	408	380	355
20	2005	1708	1473	1283	1128	999	891	800	722	655	596	546	501	462	427	396	368	343	321
21	1818	1549	1336	1164	1023	906	808	725	655	594	541	495	455	419	387	359	334	311	291
22	1657	1412	1217	1060	932	826	736	661	596	541	493	451	414	382	353	327	304	284	265
23	1516	1292	1114	970	853	755	674	605	546	495	451	413	379	349	323	299	278	260	243
24	1392	1186	1023	891	783	694	619	555	501	455	414	379	348	321	297	275	256	238	223
25	1283	1093	943	821	722	639	570	512	462	419	382	349	321	296	273	253	236	220	205
26	1186	1011	871	759	667	591	527	473	427	387	353	323	297	273	253	234	218	203	190
27	1100	937	808	704	619	548	489	439	396	359	327	299	275	253	234	217	202	188	176
28	1023	871	751	655	575	510	455	408	368	334	304	278	256	236	218	202	188	175	164
29	953	812	701	610	536	475	424	380	343	311	284	260	238	220	203	188	175	163	153
30	891	759	655	570	501	444	396	355	321	291	265	243	223	205	190	176	164	153	143
31	834	711	613	534	469	416	371	333	300	272	248	227	209	192	178	165	153	143	134
32	783	667	575	501	440	390	348	312	282	256	233	213	196	180	167	155	144	134	125
33	736	627	541	471	414	367	327	294	265	240	219	200	184	170	157	145	135	126	118
34	694	591	510	444	390	346	308	277	250	227	206	189	173	160	148	137	127	119	111
35	655	558	481	419	368	326	291	261	236	214	195	178	164	151	139	129	120	112	105

Tableau 3 : Tableau des facteurs d'espacement S % en fonction de la hauteur dominante et du nombre de tiges à l'hectare