

Une méthode d'évaluation de la biomasse des arbres de haie

Daniel AUCLAIR et Eric MAERTEN *

*I.N.R.A., Station de Sylviculture
Centre de Recherches d'Orléans, Ardon, F45160 Olivet*

Résumé

Afin d'étendre les résultats donnés par l'Inventaire Forestier National en volume (VBF), à des résultats en biomasse (BST), un échantillonnage de 54 brins de taillis et de 9 réserves de chêne a été effectué dans des haies de la région bocagère du Pays Fort (Loiret). Une équation de régression du type $BST = a VBF + b$ a pu être calculée pour le taillis, elle ne dépend ni de l'espèce (chêne, charme, frêne), ni du caractère « perché » ou « normal » du taillis. Par contre elle n'est pas comparable à des résultats obtenus précédemment dans des peuplements fermés. Une équation de même type a été estimée pour les réserves de chêne, dans lesquelles la proportion de houppier est de 42 p. 100. La validité de ces résultats obtenus dans des conditions précises et leur extension sont discutées.

Mots clés : Biomasse, haie, volume, régression linéaire, Carpinus, Quercus, Fraxinus.

1. Introduction

Si la grande majorité de la ressource forestière française se trouve dans des peuplements fermés, une petite partie existe sous forme de peuplements « linéaires », essentiellement de *haies*. En effet, si l'on peut estimer la superficie forestière à 14 millions d'hectares et son volume sur pied à 1,5 milliard de mètres cubes (BAZIRE, 1984), on estime la longueur des haies boisées à 965 000 km, et leur volume sur pied à environ 70 millions de mètres cubes.

Si cette quantité peut paraître dérisoire par rapport à la totalité de la forêt française, ces peuplements représentent une ressource non négligeable pour les agriculteurs, notamment pour ce qui concerne les « petits bois », bois de taillis, de têtards ou d'émonde, et houppiers. Les haies fournissent surtout du bois de chauffage, mais peuvent également produire dans certains cas des grumes de bonne qualité (GUINAUDEAU, 1980). LANGLEY-DANYSZ (1984) a récemment fait une synthèse des différentes

* Travail effectué pendant le stage de 4^e année d'études de E. MAERTEN (I.S.A. Beauvais) avec l'aide de MM. BEDENEAU et ROMARY.

études, écologiques et économiques, concernant les haies, en s'appuyant notamment sur l'exemple du bocage normand.

Les inventaires existant actuellement (notamment ceux effectués par les services de l'Inventaire Forestier National, I.F.N.) fournissent des données concernant les longueurs de peuplements linéaires, les volumes de bois sur pied, et les accroissements en volume.

Mais ces résultats sont calculés jusqu'à une « découpe bois fort » (7 cm de diamètre) et ne prennent pas en compte les « petits bois » de diamètre inférieur à 7 cm.

Notons que nous parlerons ici uniquement de *haies boisées*, c'est-à-dire comportant un certain nombre d'arbres « recensables » au sens de l'I.F.N., en excluant les haies « non boisées », les « arbres épars », et les alignements de peupliers.

Dans un article précédent, AUCLAIR & BIGE (1984) ont étudié dans des peuplements forestiers traités en taillis la relation existant entre le volume de bois fort, tel qu'il est estimé par l'I.F.N., et la biomasse totale aérienne ⁽¹⁾. Ils ont trouvé une très bonne relation linéaire, de la forme :

$$\text{BST} = a \text{ VBF} + b \quad (1)$$

pratiquement indépendante des « variables de peuplement » suivantes :

- type de peuplement ;
- essence ;
- âge ;
- région forestière ;
- type de sol.

Ils ont également essayé de tenir compte des brins sans bois fort, qui ne sont donc pas inventoriés par l'I.F.N.

ALEMDAG (1982) a effectué un travail similaire sur un peuplement naturel de *Pinus banksiana*, donnant diverses formules de conversion du volume en biomasse selon les catégories de bois étudié (bois fort, bois commercial, bois total), en calculant simplement le rapport masse/volume.

LEGUAY (1982) a étudié en détail la répartition de la biomasse dans des réserves de taillis-sous-futaie de chêne. Elle a notamment donné des résultats montrant une bonne relation linéaire entre la biomasse de l'arbre ou du houppier et des variables simples à estimer, telles que le volume de bois fort ou le carré du diamètre.

Dans une haie boisée, on peut distinguer trois strates (TOUFFET & ROZE, 1980) :

- une haute strate constituée d'arbres de réserve, de têtards, ou d'arbres d'émonde ;
- une strate moyenne constituée d'arbres traités en taillis ;
- une strate basse constituée d'espèces arbustives ou herbacées.

(1) Nous noterons par la suite VBF : volume de bois fort, exprimé en dm³, et BST : biomasse sèche totale aérienne, exprimée en kg. La biomasse totale comprend les feuilles, en fin de saison de végétation (mois d'août).

Dans la présente étude, nous avons cherché à comparer les résultats de AUCLAIR & BIGE (1984) obtenus en peuplement de taillis « forestiers » à des mesures sur des arbres de haie, notamment :

— étude de régressions du type (1) sur trois espèces traitées en taillis (chêne, charme, frêne) ;

— comparaison entre « taillis normal » et « taillis perché » de frêne. Nous appelons « normal » un taillis issu de souche, coupé au niveau du sol, et « perché » un taillis issu des rejets produits au sommet d'un têtard, pouvant donc avoir sa base à 2 ou 3 mètres du sol ;

— comparaison entre taillis « de haie » et taillis « forestier » (chêne).

Nous avons également utilisé les résultats de LEGUAY (1982) pour estimer la biomasse des arbres de réserves des haies.

2. Matériel et méthode

L'étude a été effectuée dans la région forestière du « Pays Fort », située dans le sud-est du département du Loiret. Cette région bocagère comporte 580 km de haies supportant un volume total estimé à 41 000 m³, soit 13 p. 100 du volume de bois sur pied pour la région.

Quatre haies échantillons représentatives de la région ont été choisies. Des mesures de circonférence et biomasses ont été effectuées selon la méthode décrite précédemment (AUCLAIR & METAYER, 1980 ; AUCLAIR & BIGE, 1984), les volumes ont été cubés par la méthode de l'I.F.N. (1972, révisée en 1983), sur 9 tiges de taillis simple de charme, 9 tiges de taillis simple de chêne, 18 tiges de taillis normal de frêne et 18 tiges de taillis perché de frêne.

Des régressions linéaires de BST en fonction de VBF ont été calculées pour différentes populations :

- taillis normal de frêne (a) ;
- taillis perché de frêne (b) ;
- populations (a) et (b) réunies ;
- taillis de chêne (c) ;
- taillis de charme (d) ;
- toutes populations réunies.

Les différentes régressions ont été comparées (test décrit par KOZAK, 1972) après avoir vérifié l'homogénéité de variances (test de BARTLETT, dans SNEDECOR & COCHRAN, 1971). Elles ont également été comparées avec les données de AUCLAIR & BIGE (1984).

Tous les tests statistiques ont été effectués en prenant un risque d'erreur de 5 p. 100.

D'autre part, sur 9 réserves de chêne issues de ces haies on a estimé le volume par la méthode I.F.N. ; en outre, on a mesuré le diamètre à la base de chacune des branches d'ordre 1 du houppier.

On a ensuite appliqué les régressions obtenues par LEGUAY (1982) pour estimer la biomasse totale des réserves, ou la biomasse des branches :

$$\text{biomasse totale : } \text{BST} = 0,662 \text{ D}^2 - 263 \quad (2)$$

$$\text{biomasse branche : } \text{BSb} = 1,69 \text{ d}^2 - 0,59 \quad (3)$$

BST est la biomasse totale, exprimée en kg,

BSb est la biomasse d'une branche, exprimée en kg,

D est le diamètre de l'arbre à 1,30 m (exprimé en cm). Cette équation a été estimée pour des diamètres compris entre 25 et 60 centimètres,

d est le diamètre d'une branche, en cm.

3. Résultats

3.1. Comparaison taillis normal - taillis perché

Les deux régressions obtenues sur la population a (18 brins de taillis normal de frêne) et la population b (18 brins de taillis perché de frêne) ont été comparées entre elles. Les tests ont montré qu'on pouvait appliquer une régression unique de la biomasse en fonction du volume :

$$\text{BST} = 0,82 \text{ VBF} + 14 \quad r^2 = 0,90 \quad n = 36 \quad (4)$$

La régression (4) est donc indépendante du fait que le taillis soit « normal » ou « perché » (voir fig. 1).

3.2. Comparaison entre espèces : frêne, chêne, charme

La figure 1 montre le nuage de points correspondant aux 54 brins échantillonnés. Les trois régressions issues des populations (a et b), (c), et (d) sont comparables et peuvent être confondues en une seule équation (5), ne dépendant donc pas de l'espèce :

$$\text{BST} = 0,84 \text{ VBF} + 12 \quad r^2 = 0,90 \quad n = 54 \quad (5)$$

3.3. Comparaison entre taillis de haie et taillis en peuplement

Nous avons essayé de comparer les données obtenues ici avec les résultats de AUCLAIR & BIGE (1984). Ces derniers n'avaient pas étudié le frêne et les brins de charme étaient plus petits que ceux analysés ici et ne permettaient pas une comparaison valable. La seule comparaison que nous avons pu effectuer concerne le chêne. Nous avons donc comparé les deux équations suivantes :

$$\text{chênes de haie} \quad : \text{BST} = 0,91 \text{ VBF} + 3 \quad (6)$$

$$\text{chênes en peuplement} \quad : \text{BST} = 0,64 \text{ VBF} + 9 \quad (7)$$

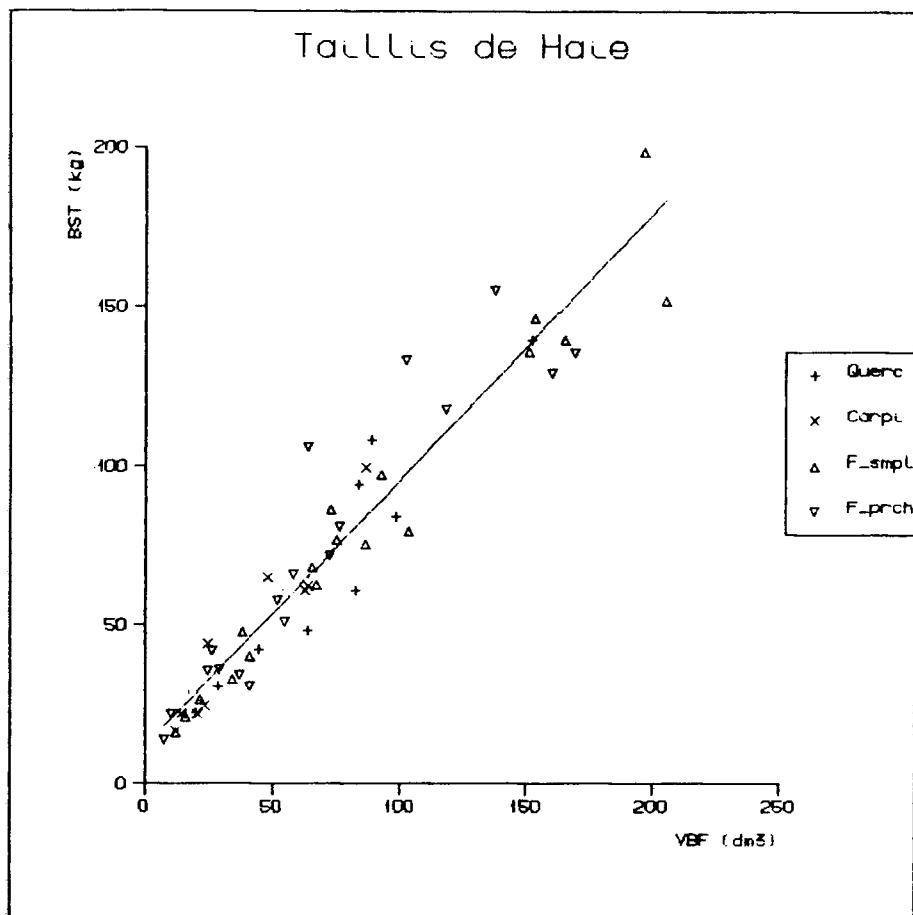


FIG. 1

Représentation graphique du nuage de points (VBF, BST) pour l'ensemble des brins de taillis étudiés et de la droite de régression globale.

Graph showing the distribution of VBF and BST for all the sampled coppice shoots and the global regression line.

Querc : Chêne - Oak.

Carpi : Charme - Hornbeam.

F. simpl : Frêne en taillis simple - Ash from stump.

F. prch : Frêne en taillis perché - Ash from pollard.

Le test de Bartlett indique une homogénéité des variances, et le test de comparaison des régressions montre qu'elles sont significativement différentes.

Cependant, la figure 2 montre les deux nuages de points correspondants. Ces deux nuages ne semblent pas très nettement séparés.

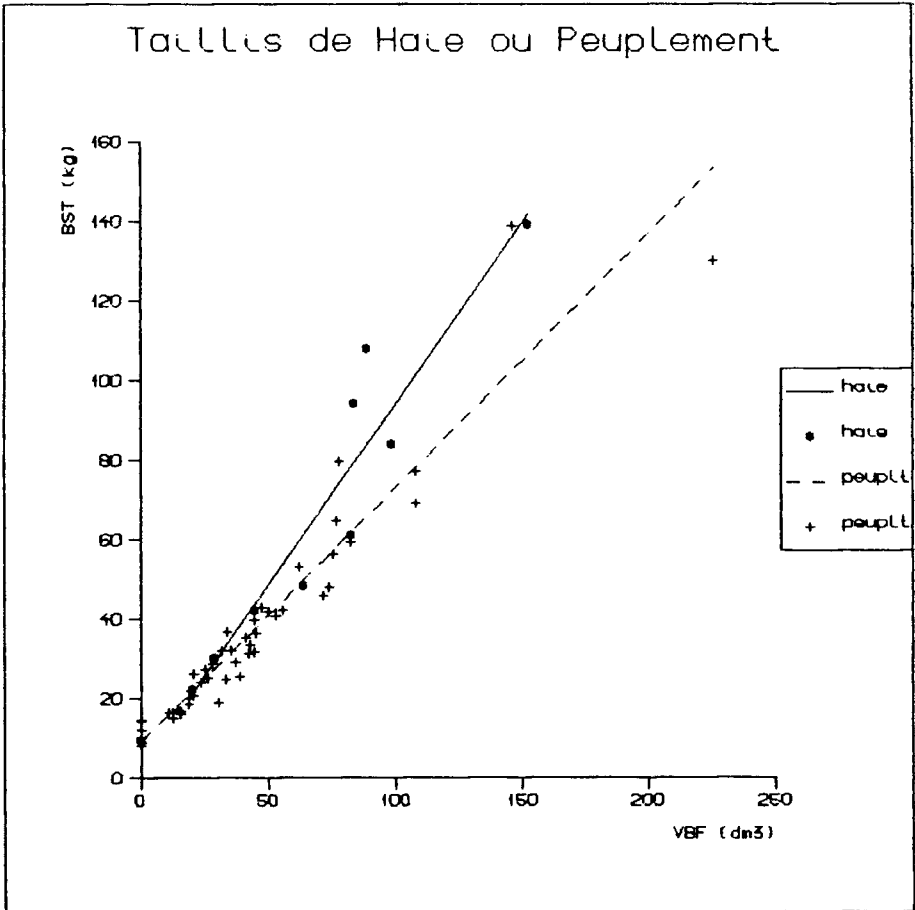


FIG. 2

Représentation graphique des deux nuages de points (VBF, BST) obtenus sur des haies et dans des peuplements de taillis, ainsi que des deux droites de régression correspondantes, pour le chêne.

Graph showing the distribution of VBF and BST and the regression lines for oak.

Haie : Taillis de haies - Coppice in hedges.

Peuplt : Taillis en peuplement - Coppice in closed stands.

3.4. Etude des réserves

Nous avons admis l'extension des tarifs obtenus par LEGUAY (1982) sur des réserves de taillis-sous-futaie aux arbres de haie. En effet, les dimensions des arbres étudiés ici (circonférence, hauteur) sont du même ordre que celles des réserves étudiées par LEGUAY. En calculant d'une part la biomasse totale des branches avec

l'équation (3), d'autre part la biomasse totale de l'arbre avec l'équation (2), nous avons estimé que le houppier contient 42 p. 100 de la biomasse totale. Nous avons ensuite établi des régressions entre le volume de bois fort de l'arbre et sa biomasse totale, donnant :

$$\text{BST} = 1,12 \text{ VBF} - 35 \quad r^2 = 0,92 \quad n = 9 \quad (8)$$

Nous ne pouvons cependant pas comparer cette équation à celle obtenue par LEGUAY :

$$\text{BST} = 0,9 \text{ VBF} - 17 \quad (9)$$

En effet, dans notre étude, BST a été calculée par application des résultats de LEGUAY et les deux équations ne sont pas indépendantes.

4. Discussion

Les résultats obtenus précédemment par AUCLAIR & BIGE (1984) ont montré qu'il était possible d'appliquer une régression unique entre le volume de bois fort et la biomasse totale sur 96 parcelles de taillis en peuplement forestier dans la région Centre.

La présente étude montre, dans le cas des taillis de haies, un résultat semblable : une régression unique peut être adoptée, indépendamment de l'espèce et du caractère « normal » ou « perché » du taillis, dans la région échantillonnée.

Par contre, les résultats obtenus dans des haies et en peuplement n'autorisent pas à appliquer une régression unique.

Nous pouvons interpréter ceci de deux manières différentes :

— La croissance dans les haies est influencée par un environnement totalement différent d'une ambiance de peuplement forestier. La concurrence latérale est bien moindre, le sol est souvent modifié par un fossé ou un talus, les parcelles contiguës (champs, prairies) peuvent être fertilisées. La morphogenèse est donc certainement modifiée et la forme des arbres est différente. On peut donc effectivement supposer que les arbres de haie possèdent plus de branches, non inventoriées par l'I.F.N., que les taillis en peuplement. La biomasse serait donc plus importante pour un volume donné dans le cas des haies.

— Les mesures ayant été effectuées à deux périodes différentes, dans des conditions différentes, il est possible qu'une erreur systématique se soit introduite dans l'une des deux études en question. Dans le présent travail, le nombre de brins échantillonnés est beaucoup plus faible que dans le précédent et il est fort possible que nous ayons obtenu un biais. La région Pays Fort n'avait pas été prospectée par AUCLAIR & BIGE (1984), étant surtout une région bocagère comprenant relativement peu de taillis en peuplement. Bien que les résultats précédents aient montré que la région forestière était sans influence sur les résultats, on peut également se questionner à ce sujet.

En ce qui concerne les réserves de chêne, nous avons étendu les résultats de LEGUAY obtenus sur 13 réserves de taillis-sous-futaie du domaine I.N.R.A. d'Orléans aux arbres de haie. Cette extension est certes très discutable, cependant en l'absence d'autres données nous pouvons admettre ces résultats provisoirement.

Nous avons pu constater que la proportion de la biomasse totale dans le houppier était ici de 42 p. 100, alors que LEGUAY avait obtenu une moyenne de 30 p. 100 dans le cas du taillis-sous-futaie. Les arbres de haie se rapprochent en effet des arbres de plein champ, avec un houppier très développé.

5. Conclusion

Si le présent travail ne peut aucunement prétendre avoir un caractère exhaustif, il donne cependant des indications sur la possibilité d'utiliser les données de l'Inventaire Forestier National pour obtenir des estimations sur la biomasse ligneuse.

On a constaté que, dans les haies échantillonnées, le caractère « normal » ou « perché » du taillis était sans influence sur les régressions étudiées. On a également trouvé une formule commune aux trois espèces :

$$\text{BST} = 0,84 \text{ VBF} + 12$$

Enfin, on a constaté qu'on ne pouvait pas appliquer de régression commune au taillis de haies du Pays Fort et aux taillis en peuplement forestier de la région Centre.

On a également calculé une équation de régression pour les réserves de chêne :

$$\text{BST} = 1,12 \text{ VBF} - 35$$

Pour pouvoir donner un caractère plus général à cette étude, il faudrait effectuer un échantillonnage beaucoup plus complet, dans d'autres régions.

Notons également que cette étude ne concerne que les brins de taillis de chêne, de charme, et de frêne et les arbres de réserve de chêne. Les autres espèces ne sont pas traitées, ni les arbres d'écmonde qui n'étaient pas représentés dans la région étudiée. La « strate basse », constituée d'espèces arbustives non prises en compte par l'I.F.N., n'a pas non plus été étudiée ici. La contribution de cette strate serait intéressante à connaître, cependant son utilisation actuelle est peu importante par rapport à la « strate moyenne », qui peut fournir du bois de chauffage en quantité non négligeable. Plusieurs cas d'utilisation de plaquettes issues de cette strate pour un chauffage automatique peuvent être notés (Energie Verte Normandie, n° 4, 1982, LANGLEY-DANYSZ, 1984).

Reçu le 26 octobre 1984.

Accepté le 11 février 1985.

Remerciements

Cette étude n'aurait pas vu le jour sans l'aide de la Chambre d'Agriculture du Loiret, notamment de M. DESAU, et des services de l'Inventaire Forestier National (MM. DELORD, CHOPART). Nous remercions également M. BAZIRE (I.F.N.) qui nous a fourni les plus récents résultats de l'Inventaire. Des discussions fructueuses ont eu lieu avec D. CHEVALLIER (Association Régionale Biomasse Normandie).

Ce travail a été effectué grâce à une participation financière de l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Énergie.

Summary

Biomass estimation of hedgerow trees

The french National Forest Inventory gives data concerning « large timber » volume (VBF) of forest stands. Hedges, or more generally « linear stands », are also surveyed.

The present study gives a method to convert these figures into total above-ground dry biomass data (BST). A sample of 54 coppice sprouts and 9 oak standards was studied in hedges in the « Pays Fort » region (Loiret). A simple regression of the form $BST = a VBF + b$ was obtained for coppice, it was independent of species (oak, hornbeam, ash) or of the origin of coppice (from stump or from pollard). It can however not be compared with the results obtained previously by AUCLAIR and BIGE (1984) in closed coppice stands.

A similar equation was computed for oak standards, in which the crown accounts for 42 p. 100 of total biomass.

These results are discussed in relation to the sampling conditions and the possible extension to other regions.

Références bibliographiques

- ALEMDAG I.S., 1982. Methods of estimating forest biomass stand volumes : A case study with Ontario Jack Pine. *Pulp Paper Canada*, **83**, 41-43.
- AUCLAIR D., BIGE M.C., 1984. Une méthode d'évaluation régionale de la biomasse des taillis à partir des données de l'Inventaire Forestier National. Application à la région Centre. *Ann. Sci. For.*, **41**, 405-426.
- AUCLAIR D., METAYER S., 1980. Méthodologie de l'évaluation de la biomasse aérienne sur pied et de la production en biomasse des taillis. *Acta Oecologia, Oecol. Appl.*, **1**, 357-377.
- BAZIRE P., 1984. L'inventaire forestier national français. *Rev. For. Fr.*, **36**, n° sp., 14-24.
- GUINAUDEAU C., 1980. Les brisc-vents. *Bull. Tech. Inf. Min. Agric.*, **353**, 133-144.
- INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL, 1972. *But et méthodes de l'Inventaire forestier national*. Min. Agric., Service des Forêts, 38 p.
- KOZAK A., 1972. A simple method to test parallelism and coincidence for curvilinear, multiple linear and multiple curvilinear regressions. In : *I.U.F.R.O., 3^e Conférence du Groupe consultatif des Statisticiens forestiers*. I.N.R.A., Paris, p. 133-145.
- LANGLEY-DANYSZ P., 1984. Les haies de bocage : une « nouvelle source d'énergie ». *La Recherche*, **15**, 1170-1172.
- LEGUAY F., 1982. *Etude de la répartition de la biomasse dans les réserves de taillis sous futaie de chênes*. I.N.R.A., Station de Recherches sur la Forêt et l'Environnement, doc. 82/36, 81 p. + annexes.
- SNEDECOR G.W., COCHRAN W.G., 1971. *Méthodes statistiques*. A.C.T.A., Paris, 649 p.
- TOUFFET J., ROZE F., 1980. La végétation dans les pays bocagers de Bretagne. *Bull. Tech. Inf. Min. Agric.*, **353**, 691-719.