

## G-CUBE 2.0 : UN LOGICIEL DE CUBAGE ET DE CONSTITUTION DE LOTS DE BOIS

DAPHNÉ HANDEREK – SAMUEL QUEVAUVILLERS  
JACQUES HÉBERT – JACQUES RONDEUX – PHILIPPE LEJEUNE

*G-Cube, le logiciel de cubage et de constitution de lots de bois développé par Gembloux Agro-Bio Tech, fait peau neuve. Cette version 2.0 voit arriver des nouveautés parmi lesquelles : la géolocalisation des arbres cubés, le croisement des données avec des listes de prix personnelles ou standardisées, ou encore l'abandon de l'environnement Excel au profit d'une interface autonome.*

**L'estimation** quantitative et qualitative de la production ligneuse revêt une grande importance pour tout ce qui concerne sa valorisation économique, ou d'une manière plus générale, la gestion d'un patrimoine forestier.

Dans ce contexte, l'opération visant à estimer le volume de lots de bois constitue un acte technique auquel il convient d'accorder beaucoup d'attention. Les différentes étapes de ce processus (prise de mesure et calcul) sont encore bien souvent réalisées de manière manuelle. Elles peuvent cependant être grandement facilitées en recourant à l'outil informatique. Celui-ci peut être mis à profit à tous les stades d'une véritable filière comportant la collecte des données sur le terrain (encodeur de terrain), le traitement de celles-ci (cubage), leur analyse (estimation de la valeur marchande), leur présentation (mise en tableau ou en graphique) ou encore

CONVOI EXCEPTIONNEL

leur diffusion (échange des données par courrier électronique).

---

## UNE PREMIÈRE VERSION

---

En 2008, la Faculté universitaire de Gembloux (aujourd'hui *Gembloux Agro-Bio Tech*, ULg) propose une première version d'un logiciel de cubage : G-Cube. Celui-ci se caractérise par une très grande simplicité d'utilisation, liée principalement à sa présentation sous la forme d'un fichier *Excel*. Il est en outre très polyvalent car il combine un ensemble d'équations et de barèmes de cubage et permet l'encodage des données sous différentes formes : listes d'arbres individuels, listes de bois par classes de grosseur ou par classes de grosseur  $x$  hauteur.

À ce jour, cette version a été distribuée à près de deux mille exemplaires, principalement en Belgique et en France.

Suite aux retours et sollicitations en provenance de nombreux utilisateurs, une nouvelle version a été mise en chantier, afin de pallier aux limitations de la première et doter celle-ci de nouvelles fonctionnalités. Depuis le 1<sup>er</sup> mars 2013, la version 2.0 de G-Cube est disponible gratuitement à l'adresse : [hdl.handle.net/2268/143814](http://hdl.handle.net/2268/143814).

Dans cette nouvelle version, l'environnement *Excel* a été abandonné au profit d'une interface complètement autonome. Celle-ci peut accéder simultanément à l'ensemble des données stockées au sein d'une base de données (fichier centralisé). De plus, G-Cube permet dorénavant de gérer les données ventilées selon trois niveaux hiérarchiques correspondant à des listes de bois, à des lots et à

des parcelles. Ces trois rubriques principales sont en outre complétées d'une rubrique permettant de gérer des listes de prix de bois.

---

## LISTES DE BOIS

---

Une liste de bois rassemble les informations relatives à un ensemble d'arbres (bois) pour lesquels on souhaite calculer le volume. Pour ce niveau, les options d'encodage des données restent les mêmes que dans la version précédente. Les grosseurs peuvent être encodées sous la forme de circonférences ou de diamètres, en considérant différents niveaux de mesure : 1,3 ou 1,5 mètre au-dessus du niveau du sol, ou encore à mi-longueur dans le cas d'arbres abattus. En ce qui concerne le calcul du volume, deux alternatives sont proposées :

- un ensemble d'équations de cubages adaptées à la plupart des essences forestières rencontrées en Wallonie (équations tirées de DAGNELIE *et al.*<sup>2</sup>) et fonctionnant avec une seule entrée (la circonférence ou le diamètre) (figure 1), éventuellement paramétrée par la hauteur dominante, ou avec deux entrées (la circonférence ou le diamètre et la hauteur totale) ;
- des barèmes de cubage faisant intervenir la grosseur, la hauteur ainsi qu'un paramètre de forme (coefficient de décroissance ou défilement).

Pour chaque liste de bois, le logiciel fournit une série de résultats synthétiques : nombre de tiges, volume total et volume moyen. Il est en outre possible d'encoder une information relative au statut de la liste de bois : martelé, vendu, en cours d'exploitation ou exploité.

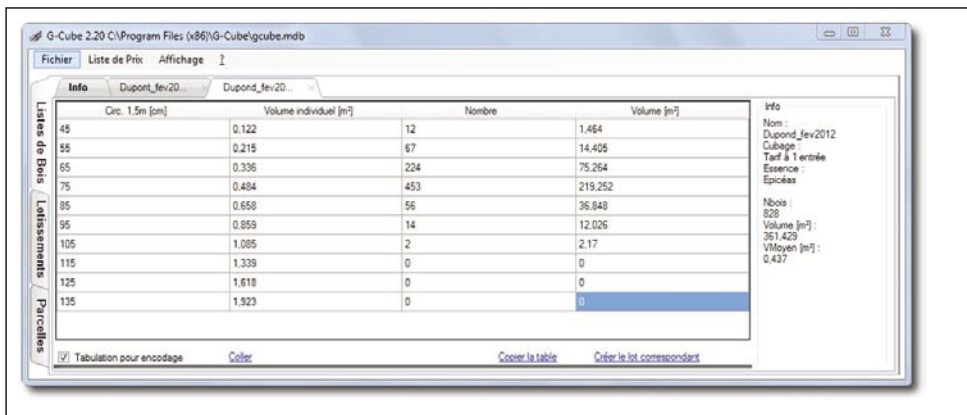


Figure 1 – Exemple d'une liste de bois (épicéa) utilisant un tarif de cubage à une entrée (volume bois fort tige, volume sur écorce) au départ de la circonférence à 1,5 mètre du niveau du sol. La synthèse des données est affichée dans la partie droite de la fenêtre. Elle reprend le nombre total de bois, le volume total, ainsi que le volume moyen des arbres.

Figure 2 – Plusieurs listes de bois peuvent être rassemblées pour créer un lot et les associer à une liste de prix. Les valeurs par classe marchande, par essence et totale sont alors calculées.

Résineux	DOUG				EP				Total		
	Circ à 1,5m	N	V [m³]	PU [€]	Valeur [€]	N	V [m³]	PU [€]	Valeur [€]	N	V [m³]
moins de 40	270	13,5	1	13,5	1822	98,388	1	98,388	2092	111,888	111,888
40 - 59	278	39,76	8	318,08	1089	161,595	14	2262,33	1367	201,355	2580,41
60 - 69	45	14,355	15	215,325	191	64,176	30	1925,28	236	78,531	2140,605
70 - 89	12	5,616	30	168,48	132	63,888	40	2555,52	144	69,504	2724
90 - 119	7	4,721	40	188,84	179	149,037	55	8197,035	186	153,758	8385,875
120 - 149			55	0	44	80,219	60	4813,14	44	80,219	4813,14
150 - 179			60	0	6	16,432	60	985,92	6	16,432	985,92
<b>Total</b>	<b>612</b>	<b>77,952</b>		<b>904,225</b>	<b>3463</b>	<b>633,735</b>		<b>20837,613</b>	<b>4075</b>	<b>711,687</b>	<b>21741,838</b>

## LOTISSEMENT

Les lots correspondent à des regroupements de plusieurs listes de bois. La rubrique « lotissement » est constituée d'une interface graphique permettant de rassembler, très facilement, les listes de bois en lots. À chaque étape du lotissement,

l'utilisateur a la possibilité de visualiser leur contenu sous la forme de tableaux synthétiques ventilés par essences et par catégories de grosseur marchandes (figure 2). Il est en outre possible d'intégrer dans ces tableaux, une estimation de la valeur des lots en considérant des listes de prix de bois (voir plus loin).

---

## PARCELLE

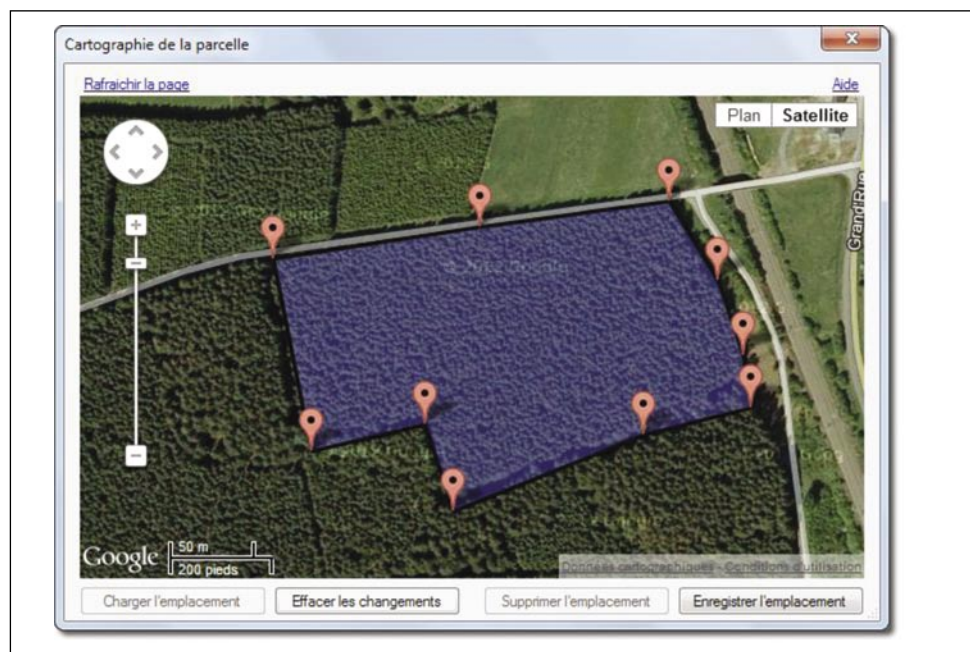
---

La rubrique « parcelle » a pour objectif de relier les listes de bois à des entités de gestion forestière. Elle se présente sous la forme d'une arborescence graphique compatible avec la prise en compte d'unités de gestion hiérarchisées. Quatre niveaux hiérarchiques peuvent être considérés. Il est par exemple possible de gérer un ensemble de parcelles définies selon une structure « propriété - bloc - compartiment - parcelle ». Une brève description de chaque parcelle peut également être

encodée. Il est important de préciser que cette partie du logiciel n'est absolument pas conçue pour la gestion d'un parcellaire forestier mais pour donner à l'utilisateur une vue d'ensemble de l'organisation de ses données.

À chaque parcelle peuvent être associées une localisation ainsi qu'une délimitation. Celle-ci peuvent être définies en utilisant une fenêtre cartographique de type *Google Map* fonctionnant à l'aide d'une connexion internet. Cette application donne accès à une couverture cartographique continue constituée d'ima-

*Figure 3 – La rubrique parcelle permet de relier les listes de bois à des entités de gestion forestière. Elle n'est pas conçue pour gérer un parcellaire forestier. L'utilisateur peut importer ses propres fichiers « shapefile » ou utiliser l'interface cartographique de type « Google Map ».*



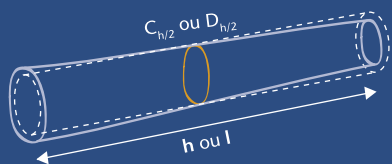


## LE CUBAGE EN QUELQUES MOTS

Le cubage est l'opération consistant à déterminer le volume d'un arbre ou d'un ensemble d'arbres. Il peut concerner l'entièreté de l'arbre ou une partie seulement de celui-ci (bois d'œuvre, houppier). Le cubage est généralement réalisé en vue d'une commercialisation des bois concernés. Il sert aussi de base à des opérations d'aménagement et intervient dans quantité d'expertises forestières. La détermination du volume d'un arbre est toujours réalisée de manière indirecte, en mesurant (ou en estimant) certaines caractéristiques de l'arbre et en utilisant une méthode de calcul adaptée. Parmi ces méthodes, nous présentons brièvement la formule de Huber, les barèmes de cubages et les tarifs de cubages.

### La formule de Huber

Cette formule, bien connue des bûcherons et des exploitants forestiers, s'applique aux arbres abattus, pour lesquels on assimile le volume du tronc à celui d'un cylindre dont la base et la hauteur correspondent respectivement à la sec-



L'utilisation de la formule de Huber se base sur l'hypothèse que le volume du tronc est assimilé à celui d'un cylindre dont la base et la hauteur correspondent respectivement à la section médiane ( $C_{h/2}$ ) et à la longueur ( $h$ ) de ce tronc.

tion médiane (à mi-longueur) et à la longueur du tronc. Le résultat est appelé volume commercial ou volume de Huber.

$$v = \frac{C_{h/2}^2}{4 \cdot \pi \cdot 10\,000} \cdot h$$

où :

- «  $v$  » est le volume du tronc (en mètre cube),
- «  $C_{h/2}$  » est la circonférence à mi-longueur (en centimètre),
- et «  $h$  » est la hauteur (ou la longueur) du tronc (en mètre).

### Les barèmes de cubage

Les barèmes de cubage sont une adaptation de la formule de Huber dans le cas d'arbres sur pied. Ils se basent sur des hypothèses relatives à la forme de la tige pour estimer la section à mi-hauteur, en considérant d'une part la grosseur (circonférence ou diamètre) à hauteur de poitrine (1,3 ou 1,5 mètre du niveau du sol) et d'autre part un paramètre traduisant la forme de la tige et plus particulièrement la réduction de sa grosseur au fur et à mesure que l'on s'élève dans l'arbre. Plusieurs paramètres de forme peuvent être utilisés pour exprimer ce phénomène : le défilement, le coefficient de décroissance, la décroissance... La formule mathématique du barème de cubage détermine la section médiane de la tige à partir des trois variables énoncées précédemment (grosseur à hauteur de poitrine, hauteur de la tige et coefficient de forme). La formule ci-après correspond à un barème qui se base sur une circonférence à 1,5 mètre du niveau du sol et sur le défilement.

ges aériennes à très haute résolution, du réseau routier et de la toponymie (noms des localités et des lieux-dits). Le contour d'une parcelle peut être dessiné en utilisant les images aériennes affichées en arrière-plan. La surface de la parcelle est ensuite calculée et mémorisée dans le système (figure 3).

Une fonction d'importation des données « parcellaires » est également proposée. Elle donne la possibilité d'importer directement la définition ainsi que la cartographie d'un grand nombre de parcelles, en utilisant des fichiers de type « *shapefile* » (format de fichier utilisé dans les logiciels de cartographie).

$$v = \frac{[c_{1,5} - k'_c \cdot (\frac{h}{2} - 1,5)]^2}{4 \cdot \pi \cdot 10\,000} \cdot h$$

avec

$$k'_c = \frac{(c_{1,5} - c_{h/2})}{(\frac{h}{2} - 1,5)}$$

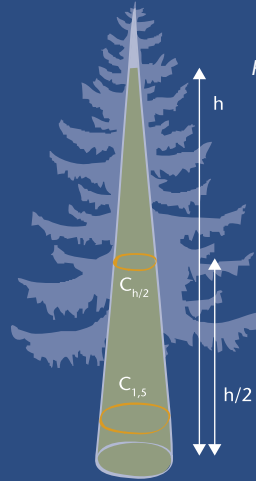
où :

- «  $v$  » est le volume (en mètre cube),
- «  $c_{1,5}$  » est la circonférence mesurée à 1,5 mètre du sol (en centimètre),
- «  $c_{h/2}$  » est la circonférence à mi-hauteur (en centimètre),
- «  $k'_c$  » est le défilement (en centimètre par mètre),
- et «  $h$  » est la hauteur (ou la longueur) du tronc (en mètre).

Dans la pratique, les coefficients de forme sont définis par expérience, en recourant notamment à des mesures sur arbre abattus ou à des listes de valeurs prédéfinies (voir par exemple BARYLENGER *et al.*). Il convient de noter que le principe de construction des barèmes de cubage est indépendant de l'essence de l'arbre auquel il s'applique.

### Les tarifs de cubage

Les tarifs de cubage reposent sur l'hypothèse que des arbres d'une même essence, ayant des caractéristiques (grosueur, hauteur, âge) similaires



Représentation des différents paramètres à prendre en compte lors de l'estimation du volume grâce à un barème qui se base sur la circonférence et le défilement.

et ayant poussé dans des milieux de croissance comparables ont des volumes identiques. Un tarif de cubage se présente sous la forme d'une équation statistique mettant en relation le volume des arbres d'une essence (ou d'un groupe d'essences) avec des caractéristiques facilement mesurables. On considère généralement trois types de tarifs de cubage : les tarifs à une entrée, basés sur la seule mesure de la grosseur à hauteur de poitrine, les tarifs à deux entrées, utilisant la mesure de la grosseur à hauteur de poitrine et la hauteur totale et les tarifs à une entrée paramétrés qui requièrent à la fois la mesure de la grosseur des arbres à hauteur de poitrine et une estimation de la hauteur dominante du peuplement auquel ils appartiennent (RONDEUX<sup>4</sup>).

---

## LISTES DE PRIX

---

Les listes de prix se présentent sous la forme de prix unitaires (euro par mètre cube) ventilés par classe de grosseur marchande (figure 4). Il est possible de définir plusieurs listes de prix en con-

sidérant des combinaisons « essence x qualité ». Une fois définies, les listes de prix sont accessibles dans le module « lotissements », ce qui permet très facilement de sélectionner la liste de prix qui doit être associées à chaque combinaison « essence x qualité » présente au sein d'un lot.

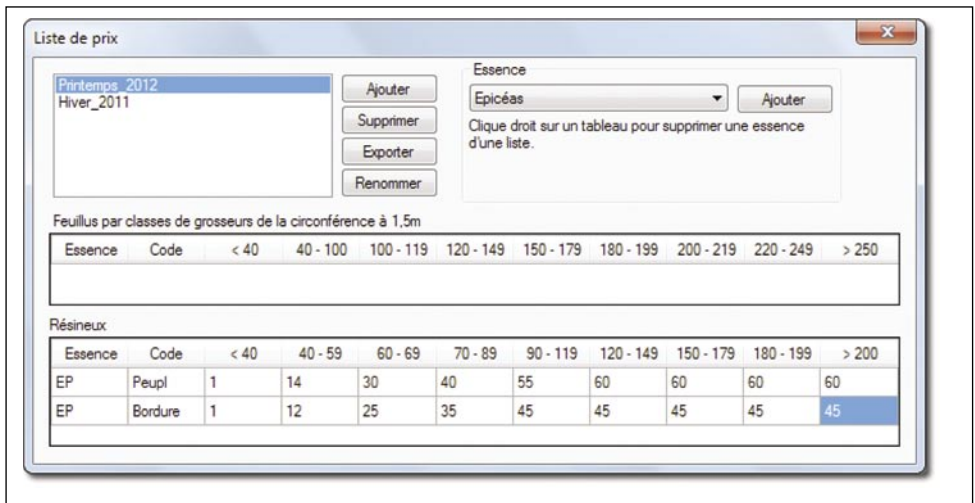


Figure 4 – Les listes de prix sont ventilées par essence et catégorie de grosseur mais il est également possible d'introduire différentes qualités pour une même essence (ici, peuplement et bordure).

Actuellement, l'utilisateur encode lui-même ses listes de prix ou les importe au départ de fichiers pré-encodés. Une amélioration prévue prochainement permettra le téléchargement automatique de listes de prix standards mises à disposition sur un serveur internet.

---

#### IMPORTATION – EXPORTATION DES DONNÉES

---

Un des intérêts majeurs de G-Cube est qu'il permet très facilement d'échanger de l'information entre utilisateurs et ce pour les différents éléments pris en charge par l'application : liste de bois, lots, parcelles et listes de prix. Cet échange s'opère sous la forme de fichiers au format « .xml ». Pour garantir la fiabilité et la sécurisation des échanges de données entre utilisateurs, une option permet d'empêcher

toute modification ultérieure des données contenues dans les fichiers d'échange. Il est également possible pour l'utilisateur de simplement copier et coller les données d'une liste de bois dans une feuille de calculs *Excel*. Enfin, le module d'importation permet de récupérer les données qui ont été encodées dans l'ancienne version de G-Cube.

---

#### COMMENT UTILISER G-CUBE ?

---

L'installation du logiciel est facile à réaliser grâce à l'assistant d'installation qui guide l'utilisateur à travers les différentes étapes du processus. Il est en outre accompagné d'un guide d'utilisation se présentant sous la forme d'un fichier *pdf*. La seule limitation qu'il convient de signaler est que G-Cube ne fonctionne que dans l'environnement *Windows*.

G-Cube est proposé actuellement en version unilingue (français). Une version multilingue (allemand, néerlandais, anglais) est cependant prévue dans un avenir proche. Enfin, des séances de formation sont organisées par Gembloux Agro-BioTech.

---

## EN GUISE DE CONCLUSION

---

G-cube est un logiciel de cubage alliant simplicité d'utilisation et efficacité. En effet, il permet la centralisation des données au sein d'une même base de données et l'estimation, en quelques clics, du volume des arbres seuls ou regroupés en lot, en utilisant des barèmes ou des équations de cubage. Ces dernières concernent les principales essences forestières présentes en Belgique et dans les régions limitrophes (Allemagne, France et Grand-Duché de Luxembourg). Il offre en outre des possibilités intéressantes en matière d'échange standardisé et sécurisé des données, ainsi qu'une fonctionnalité de géolocalisation des arbres cubés. Enfin, signalons que sa gratuité le rend accessible aussi bien aux gestionnaires forestiers qu'aux particuliers. ■

---

## RESSOURCES BIBLIOGRAPHIQUES

---

- <sup>1</sup> BARY-LENGER A., EVRARD R., GATHY P. [1988]. *La Forêt. Écologie, Gestion, Économie, Conservation*. Liège, 3<sup>ème</sup> édition, Éd. du Perron, 619 p.
- <sup>2</sup> DAGNELIE P., PALM R., RONDEUX J., THILL A. [1999]. *Tables de cubage des arbres et des peuplements forestiers*. Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux, 128 p.
- <sup>3</sup> DAGNELIE P., PALM R., RONDEUX J [2013]. *Cubage des arbres et des peuplements forestiers :*

## FORMATION G-CUBE

---

Une journée de formation à l'utilisation du logiciel G-Cube sera prochainement organisée à Gembloux Agro-Bio Tech. Durant cette séance, les participants seront initiés à l'ensemble des fonctionnalités qu'offre le logiciel. Les personnes intéressées à participer à cette formation peuvent prendre contact avec Daphné Handerek (d.handerek@ulg.ac.be).

Pour ce qui regarde la construction, l'utilisation, la précision et le domaine de validité des tarifs de cubage mathématiques utilisés par le logiciel, le lecteur intéressé est invité à consulter la toute nouvelle version d'un recueil intitulé : « Cubage des arbres et des peuplements forestiers : tables et équations » (DAGNELIE *et al.*<sup>3</sup>).

*tables et équations*. Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux (sous presse).

- <sup>4</sup> RONDEUX J. [1999]. *La mesure des arbres et des peuplements forestiers*. 2<sup>e</sup> édition. Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux, 522 p.

DAPHNÉ HANDEREK

d.handerek@ulg.ac.be

SAMUEL QUEVAUVILLERS

samuel.quevauvillers@ulg.ac.be

JACQUES HÉBERT

jhebert@ulg.ac.be

JACQUES RONDEUX

irondeux@ulg.ac.be

PHILIPPE LEJEUNE

p.lejeune@ulg.ac.be

Unité de gestion des ressources forestières et des milieux naturels, Gembloux Agro-Bio Tech, ULg

Passage des Déportés, 2  
B-5030 Gembloux