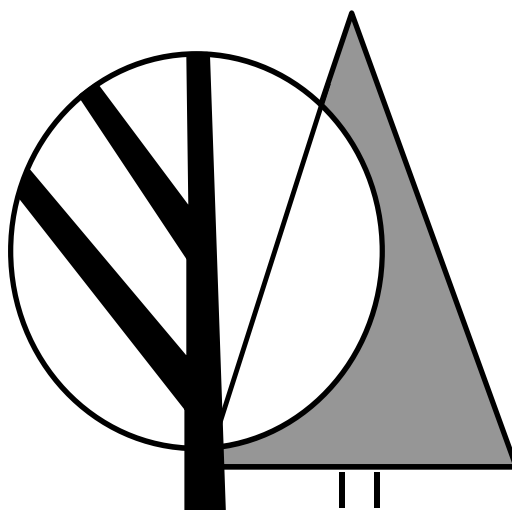


# LES CAHIERS FORESTIERS DE GEMBLoux



**L'inventaire permanent des ressources ligNeuses  
de la région wallonne :  
principaux aspects méthodologiques**

**N° 19**

J. RONDEUX, H. LECOMTE, P. FLORKIN, M. THIRION

## LES CAHIERS FORESTIERS DE GEMBLOUX

visent à faire connaître les travaux (documents techniques, rapports de recherche, publications, articles de vulgarisation) émanant des Unités des Eaux et Forêts de la Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux et de ses groupes de recherche, financés par des organismes internationaux, nationaux ou régionaux.

*Adresse de contact :*

**Unité de Gestion et Economie forestières**  
Faculté des Sciences Agronomiques de Gembloux  
B - 5030 Gembloux - Belgique

Tél : 32 (81) 62 23 20

Fax : 32 (81) 62 23 01

E-MAIL : [rondeux.j@fsagx.ac.be](mailto:rondeux.j@fsagx.ac.be)

<http://www.fsagx.ac.be/gf>

# L'INVENTAIRE PERMANENT DES RESSOURCES LIGNEUSES DE LA REGION WALLONNE : PRINCIPAUX ASPECTS METHODOLOGIQUES(\*)

J. RONDEUX<sup>(1)</sup>, H. LECOMTE<sup>(1)</sup>, P. FLORKIN<sup>(1)</sup>, M. THIRION<sup>(1)</sup>

## Résumé

Cet article présente la méthodologie utilisée pour la réalisation d'un inventaire permanent des ressources ligneuses de la Région Wallonne, opérationnel depuis février 1994. Il s'attache à décrire les techniques de récolte des données, le traitement de l'ensemble des informations recueillies et la présentation des résultats.

L'inventaire, de type systématique non stratifié, s'appuie sur une grille de points distants entre eux de 1.000 m sur 500 m. A chaque point situé en zone forestière correspond une unité d'échantillonnage comprenant trois placettes concentriques de forme circulaire dans le périmètre desquelles sont collectées des informations administratives, relatives au milieu (relief, sol, végétation) et descriptives du peuplement en place. Un ensemble de mesures dendrométriques est réalisé en vue de caractériser le peuplement échantillonné en termes de densité, surface terrière et volume ou encore stade de développement et productivité.

Toutes ces données sont stockées dans une base de données relationnelle à partir de laquelle un nombre très élevé de traitements peut être envisagé grâce à de puissants logiciels permettant une gestion interactive via une interface système - opérateur conviviale. Les résultats sont essentiellement fournis sous la forme de tableaux, cartes et graphiques.

*Mots-clés* : inventaire forestier régional, unité d'échantillonnage, base de données.

## Permanent forest inventory in Walloon : main methodological concepts

### Abstract :

A permanent forest inventory of the Walloon Region of Belgium is carried out since the beginning of 1994. This report provides an overview of the major required objectives, the methodology used and the type of expected results.

The important role of the forest at the regional level has made increasing demands upon adequate and reliable data useful for industrial development, forest policy, sustainable wood production and ecological considerations. The inventory that has been developed to fulfil such requirements is based upon a systematic sample (grid of 0,5 x 1 km : each point has a weight of 50 hectares) which covers about 530.000 hectares of wooded areas. The ground sample plots consist of 4 circular concentric subplots the radii of which are 2,25 m, 4,5 m, 9 m and 18 m corresponding to areas in which only trees belonging to a fixed range of girth are considered.

A large set of various data are collected : country-level data, plot-level data and tree-level data. A standardized programming system is used to perform calculations about volumes, areas and growth and to provide classifications "à la carte" presented in various forms such as summary tables, graphics or maps.

*Key-words* : regional forest inventory, sampling units, data base.

---

(\*) Travail effectué dans le cadre d'une recherche financée par la Région Wallonne.

(1) Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Unité de Gestion et Economie forestières. Passage des Déportés, 2 - B 5030 Gembloux (Belgique).

## 1. Introduction

Au début des années 1980, à l'initiative de la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux et grâce à un financement de la Région Wallonne, un inventaire statistique a porté sur l'ensemble de la forêt wallonne [RONDEUX *et al.*, 1984]. Cet inventaire s'appuyant sur un échantillonnage systématique simple était destiné à fournir une image aussi rapide et fidèle que possible du patrimoine forestier de l'époque. Il a notamment permis de confirmer ou de mettre en évidence plusieurs éléments essentiels en matière de gestion, de valorisation et de politique forestières tels que [RONDEUX *et al.*, 1986] :

- le vieillissement préoccupant de la hêtraie ardennaise ;
- la grande disponibilité en bois d'épicéa ;
- les écarts importants entre les surfaces forestières observées et celles officiellement recensées.

Depuis la fin de cet inventaire datant de 1984, aucune mise à jour n'a été programmée et en conséquence, ses résultats ont perdu leur fiabilité notamment en raison des accidents météorologiques survenus au cours de la dernière décennie.

En 1988, l'Exécutif de la Région Wallonne, soucieux de développer une politique active de valorisation des ressources naturelles, a sollicité la Faculté des Sciences agronomiques de Gembloux en vue de concevoir et de mettre en œuvre une méthodologie d'inventaire forestier *permanent*. La recherche entreprise a montré la faisabilité de l'opération [LECOMTE, 1994] et a débouché très concrètement sur le lancement dès février 1994 du premier inventaire forestier permanent pour la Wallonie [LECOMTE et RONDEUX, 1994].

Dans les lignes qui suivent, nous aborderons successivement les objectifs de l'inventaire (paragraphe 2), ainsi que les principes généraux qui le régissent (paragraphe 3). Le cheminement de l'information sera décrit depuis la récolte des données (paragraphe 4) et leur traitement ainsi que leur exploitation (paragraphe 5), jusqu'à la publication des résultats (paragraphe 6). En guise de conclusion, nous émettrons quelques réflexions issues de notre propre expérience (paragraphe 7).

## 2. Objectifs de l'inventaire

Cet inventaire, dont la vocation économique est prépondérante, doit permettre, non seulement de fournir une photographie de la forêt à l'époque des mesures, mais aussi d'actualiser les données de façon permanente et d'estimer les "disponibilités" ou quantités de matériel prélevées, présentes et futures pour les principales essences.

Cependant, eu égard aux diverses fonctions de la forêt et à l'évolution des mentalités sensibilisées aux rôles de protection et de conservation des espaces forestiers, on peut prévoir qu'à court ou moyen termes, des informations relatives à l'application des principes de la gestion durable des massifs boisés et des observations destinées à appréhender l'évolution de la biodiversité des écosystèmes forestiers soient intégrées à la base de données, ou constituent une base de données complémentaire.

Dans le contexte actuel de cet inventaire prioritairement tourné vers la forêt de production, les résultats, quelle que soit leur présentation (tableaux, cartes ou encore graphiques), concernent principalement :

- les surfaces occupées par la forêt et réparties selon divers critères (nature du propriétaire, type de peuplement, ...) ;
- les volumes relatifs au matériel sur pied en termes de quantité mais aussi de qualité (globaux ou ventilés) ;
- les caractéristiques dendrométriques des peuplements, exprimées pour l'essentiel en nombre de tiges, surface terrière et volume ramenés à l'hectare.

### **3. Principes généraux de l'inventaire**

Afin de développer une méthode d'inventaire scientifiquement éprouvée et financièrement acceptable, une étude des inventaires forestiers européens a été effectuée [LECOMTE et RONDEUX, 1991] et les possibilités d'harmonisation de la future technique d'inventaire avec les inventaires nationaux des autres pays de l'Union Européenne ont constitué un axe de réflexion prioritaire, tout en ne négligeant pas les adaptations nécessaires de la méthodologie aux spécificités propres à la forêt wallonne, à savoir son grand morcellement et son hétérogénéité.

L'inventaire concerne les ressources ligneuses et, à ce titre, il prend en considération les formations boisées répertoriées, conventionnellement, de la façon suivante :

- les massifs forestiers d'une étendue supérieure à 100 ha ;
- les bois couvrant entre 10 et 100 ha ;
- les bosquets, boqueteaux et bois de ferme dont la surface se situe entre 10 ares et 10 hectares.

Parmi ces formations boisées on distingue encore des étendues productives (mesurables ou non), improductives (fagnes, tourbières, landes, gagnages, talus, ...) et des voiries (chemins, routes secondaires).

Les peupliers (en massifs ou en alignements) font également l'objet d'un inventaire, de même que les alignements d'arbres forestiers.

C'est ainsi que le choix s'est porté sur un inventaire de type statistique relevant d'un échantillonnage à une seule phase, systématique et non-stratifié. En fait, la récolte des données se base sur deux approches indépendantes mais complémentaires : l'exploitation de photos aériennes et de documents cartographiques, d'une part, et les travaux d'échantillonnage au sol, d'autre part.

#### **3.1. L'exploitation des documents aériens et cartographiques**

Pour l'essentiel elle se limite aux photographies aériennes et aux cartes topographiques les plus récentes permettant de localiser et d'identifier les zones forestières.

L'étude des photos aériennes a pour objectifs principaux :

- la cartographie du paysage forestier par l'identification des peuplements et des formations boisées et le tracé détaillé de leurs contours ;

- l'estimation des surfaces occupées par ces peuplements et formations ;
- l'association d'une information ponctuelle obtenue par l'échantillonnage au sol à une information géographiquement localisable ;
- le contrôle de l'évolution des surfaces boisées entre deux époques de prises de vue ;
- enfin, la réalisation éventuelle d'une stratification a priori selon divers critères identifiables sur photos (type de peuplement, structure, âge, ...) afin d'obtenir un gain de précision dans les estimations des caractéristiques des zones ou entités ayant justifié cette stratification.

En outre, le recours aux photos aériennes est très utile pour suivre l'évolution de l'affectation des sols et chaque fois qu'une actualisation des surfaces forestières s'impose, en particulier après des événements exceptionnels (tempêtes, incendie, ...). La photo-interprétation est réalisée à partir de photos contact infrarouge couleur à l'échelle 1/25.000<sup>e</sup> ou d'orthophotoplans dérivés des épreuves de base. La qualité des clichés et l'excellent contraste des teintes, comparés aux émulsions panchromatiques facilitent la distinction des peuplements et des essences tandis que le montage stéréoscopique de couples de photos permet de mieux percevoir les différences de hauteur entre peuplements et par voie corrélative d'identifier, à distance, divers stades de développement ou classes d'âge. Il est toutefois impératif de procéder au redressement<sup>(1)</sup> de ces photos pour estimer sans biais les surfaces.

Quant aux cartes topographiques (polychromes, à l'échelle 1/25.000<sup>e</sup>) sur lesquelles est reportée la grille de points (§ 3.2.1) de l'inventaire, elles servent essentiellement au repérage de ceux-ci sur le terrain. Grâce à un degré de détail élevé, elles sont également utilisées pour la collecte de diverses informations relatives à la localisation des unités d'échantillonnage (coordonnées) et à leur situation topographique (altitude).

### **3.2. L'échantillonnage au sol**

#### **3.2.1. Le type d'échantillonnage**

L'échantillonnage au sol est du type systématique, fréquemment utilisé pour réaliser les inventaires forestiers régionaux en raison des nombreux avantages qu'il réunit :

- la localisation aisée des points de sondage engendrant un repérage rapide et des déplacements moins coûteux ;
- la distribution régulière des points sur l'ensemble de la population à échantillonner,
- la possibilité de donner lieu à une localisation spatiale des unités d'échantillonnage en fonction des caractéristiques mesurées et estimées ainsi que de déterminer des étendues selon une méthode basée sur un comptage de points [LECOMTE *et al.*, 1984 ; RONDEUX, 1979].

---

(1) Procédé consistant à corriger les déformations des clichés, principalement dues aux mouvements de l'avion, aux déformations causées par les systèmes optiques et aux variations de relief du terrain.

L'inventaire général s'adresse de la même façon à toute l'étendue à inventorier, les unités d'échantillonnage sont disposées selon un schéma rigide par l'intermédiaire d'une grille de points à maille rectangulaire.

En fonction des caractéristiques propres à la forêt wallonne, des contraintes de temps et de budget ainsi que des moyens humains disponibles, un taux moyen d'échantillonnage de 1 ‰<sup>(1)</sup> a été adopté, chiffre très élevé si on le compare à la moyenne des taux pratiqués dans les inventaires forestiers européens qui est proche de 0,5 ‰ [LECOMTE et RONDEUX, 1991].

Le grand côté de la maille (orienté dans le sens Ouest-Est) mesure 1.000 m et le petit côté (orienté selon l'axe Nord-Sud) 500 m (soit respectivement 4 cm et 2 cm sur la carte à l'échelle 1/25.000<sup>e</sup>), ce qui se traduit aussi par la prise en compte d'un point de sondage par 50 hectares de forêt.

L'échantillonnage systématique simple n'exclut évidemment pas de recourir à une stratification a priori ou a posteriori [RONDEUX, 1993]. Ainsi, dans la pré-stratification, le maillage de base peut être redivisé à volonté en sous-maillages (carrés ou rectangles dont les côtés correspondent à des sous-multiples de ceux du maillage principal) afin d'accroître, au besoin, la précision locale et d'adapter le taux de sondage à des conditions spécifiques ou encore à des objectifs relevant davantage d'inventaires de gestion courante. Quant à la stratification a posteriori, qui a notre faveur [RONDEUX, 1993], elle s'effectue à partir des résultats mêmes de l'inventaire, sur base de nombreux critères associés aux variables à estimer telles que : type de peuplement, âge, classe de fertilité, etc.

### 3.2.2. L'unité d'échantillonnage

A chaque intersection de la grille située en zone forestière, on installe une unité d'échantillonnage constituée de quatre placettes concentriques (fig. 1) et choisie à la suite d'une étude comparative de plusieurs types d'unités d'échantillonnage [LECOMTE *et al.*, 1994] :

- une placette de 18 m de rayon où tous les arbres de la futaie dont la circonférence à 1,5 m est supérieure ou égale à 120 cm sont sélectionnés ;
- une placette dont le rayon est égal à 9 m et à l'intérieur de laquelle on mesure tous les arbres dont la circonférence est comprise entre 70 et 119 cm ;
- une placette de 4,5 m de rayon concernant les tiges dont la circonférence est comprise entre le seuil de mesure (20 cm) et 69 cm et servant également à inventorier le taillis ;
- une placette de 2,25 m de rayon dont l'objectif est l'étude de la régénération naturelle des peuplements selon des techniques adaptées à son stade de développement :
  - . pour les semis (hauteur inférieure à 1,50 m) on estime la surface occupée par la régénération,
  - . pour les fourrés (hauteur supérieure à 1,50 m et circonférence à 1,50 m inférieure à 10 cm) on procède à l'estimation de la surface occupée et au comptage des brins,

---

(1) Calculé a posteriori en fonction du nombre et de la surface des placettes préconisés.

. pour les gaulis (circonférence supérieure à 10 cm mais inférieure à 20 cm) on procède à l'estimation de la surface occupée et au comptage des brins.

Des variantes de cette unité d'échantillonnage composée de plusieurs placettes circulaires sont utilisées dans de nombreux pays dont notamment la France et la Suisse [Inventaire Forestier National Français, 1985 ; SCHMIDT-HAAS et WULLSCHLEGER, 1978].

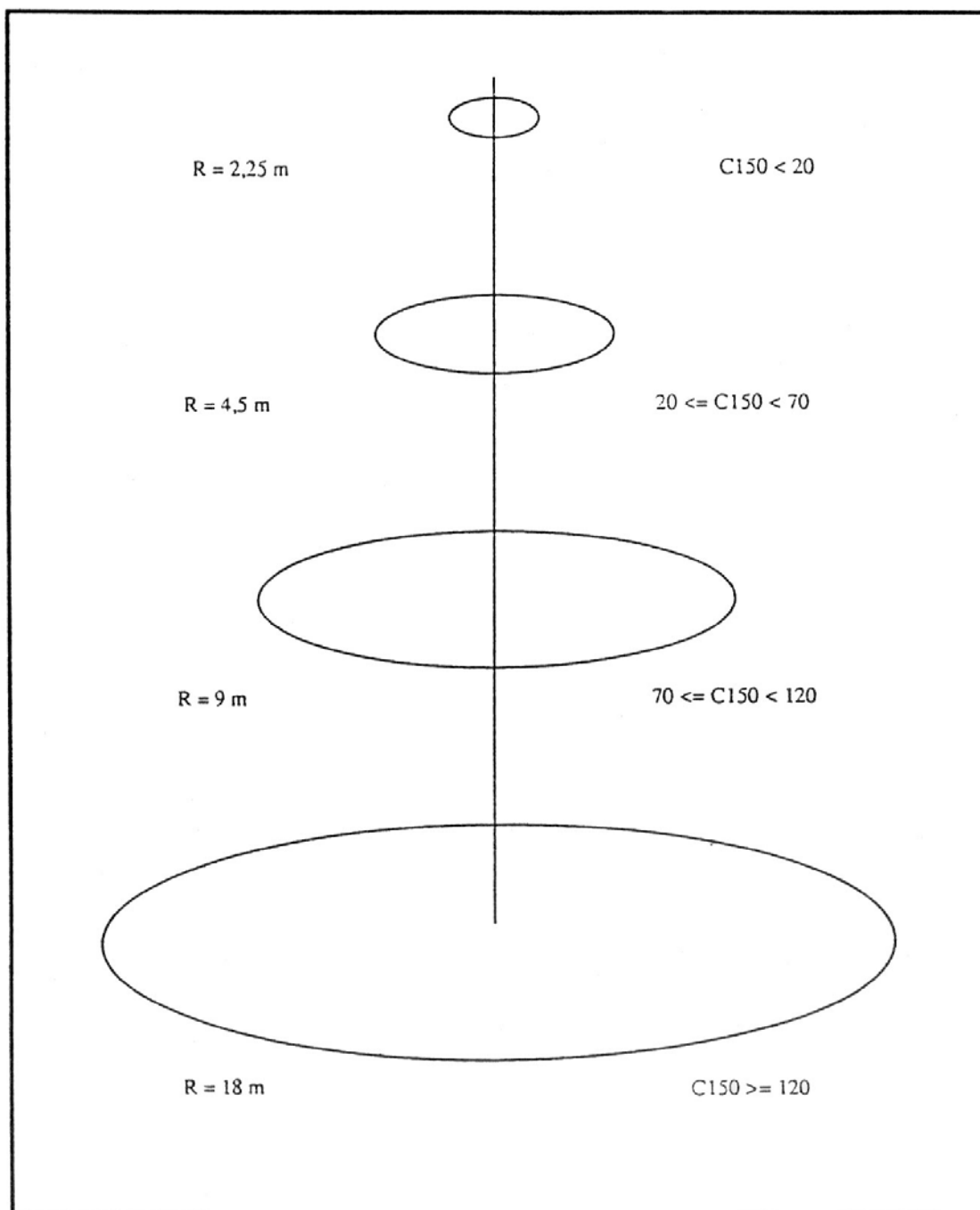


Figure 1. - Représentation schématique de l'unité d'échantillonnage.  
Schematic representation of the sample plot.

Des unités spécifiques d'échantillonnage ont été définies dans le cas des peupleraies (parcelles circulaires d'une surface fixe de 10 ares) et des alignements,



qu'ils soient de peupliers ou d'essences forestières proprement dites (unités d'échantillonnage linéaires).

#### 4. Récolte des données

La récolte des données, confiée à une équipe de deux personnes, se décompose en plusieurs étapes successives : localisation et implantation des unités d'échantillonnage, récolte et transcription des données [RONDEUX et LECOMTE, 1996].

##### 4.1. Localisation et implantation de l'unité d'échantillonnage

A l'aide des cartes de la région ou de la zone à inventorier, l'équipe d'inventaire se rend le plus près possible du point à échantillonner (point défini de la grille et fixé sur carte topographique au 1/25.000<sup>e</sup>). Un élément remarquable (pérenne et identifiable à la fois sur la carte et sur le terrain) sert de départ pour le cheminement à la boussole [la distance est mesurée au toposfil<sup>(1)</sup>]. La fin de la progression marque l'emplacement du centre de l'unité d'échantillonnage. En cas de chevauchement de deux peuplements différents (par la structure, le type, l'âge, ou un autre facteur discriminant relatif au peuplement), le point est déplacé vers l'une des deux unités, en fonction de conventions strictement déterminées.

L'unité d'échantillonnage est alors délimitée à la chevillère suédoise<sup>(2)</sup>. Sont inclus dans l'échantillon tous les arbres vivants qui répondent aux conditions de sélection énoncées précédemment. Les arbres morts ou chablis sont répertoriés uniquement pour mémoire.

Chaque arbre-échantillon est identifié par l'angle de visée sous lequel il est vu à partir du centre et par sa distance par rapport à celui-ci. Seul le niveau de mesure (1,5 m) est griffé sur chaque arbre. Complémentairement, le centre de l'unité d'échantillonnage est matérialisé par un piquet métallique dépassant légèrement le niveau du sol et afin de faciliter le repérage de la placette elle-même, quatre arbres témoins situés de préférence aux quatre points cardinaux (éventuellement choisis en dehors de la placette) sont identifiés par un numéro peint à la couleur.

##### 4.2. Nature des données collectées

Les informations collectées et les mesures effectuées sur l'unité d'échantillonnage concernent :

- des relevés généraux et administratifs ;
- des observations à caractère écologique ;
- des caractéristiques qualitatives des peuplements ;
- des caractéristiques dendrométriques.

---

(1) Mesureur de distance à fil perdu.

(2) Ruban métallique de 25 m à enrouleur automatique.

#### 4.2.1. Relevés généraux et administratifs

Ils ont trait à la localisation de l'unité d'échantillonnage et à ses données d'identification :

- numéro individuel et carte IGN, coordonnées LAMBERT X et Y ;
- localité, nature du propriétaire (identité pour les bois soumis au Régime forestier) ;
- classification du point de sondage (forestier, non forestier, productif, improductif, ...).

#### 4.2.2. Observations relatives au milieu

Elles visent à décrire le milieu de croissance du peuplement et permettent de typer la station en fonction de sa productivité et de ses aptitudes.

Elles portent sur :

- la topographie : altitude, pente, exposition, forme du relief ;
- la pédologie : description succincte du sol et de l'humus à l'endroit de la placette ;
- la végétation : relevés des principales espèces dans la strate ligneuse (arbustive et arborescente) et la strate herbacée.

#### 4.2.3. Description du peuplement

Un ensemble d'informations est récolté quant à la nature du peuplement ainsi qu'à son aspect et à sa qualité :

- les données sylvicoles et culturales (structure et type de peuplement, importance des coupes ou éclaircies, récentes ou en cours) ;
- des informations relatives aux conditions d'exploitation ;
- des relevés concernant la qualité, l'état sanitaire du peuplement ainsi que l'observation des dégâts de gibier éventuels.

Les données sylvicoles (structure et type de peuplement) sont essentielles dans la caractérisation du peuplement. La notion de structure se réfère à la répartition dans l'espace des éléments constitutifs du peuplement considéré du point de vue du mode de régénération, de l'uniformité des tiges ou des dimensions, de l'existence d'un ou plusieurs étages de cimes et peut être également définie en fonction de la répartition des tiges par catégories de grosseur. Elle est typée comme suit : futaie régulière à un ou plusieurs étages, futaie à allure jardinée, taillis sous futaie, taillis, plantation, jeune futaie, structure indéterminée.

Quant à la composition botanique du peuplement, elle sert de base à la distinction de plusieurs formations végétales, en fonction de la proportion en surface terrière de l'(des) essence(s) principale(s) identifiée(s) sur l'unité d'échantillonnage<sup>(1)</sup> : hêtraie, chênaie, peuplement de feuillus nobles, peuplement d'autres feuillus, pessière, douglasaie, mélèzière, pineraie, peuplement de résineux en mélange.

---

<sup>(1)</sup> En feuillus, un peuplement est considéré comme pur ou quasi-pur si le pourcentage de l'essence principale, exprimé en surface terrière, est égal ou supérieur à 66,6 % ; en résineux, le seuil de pureté est porté à 80 %.

En présence de cas particuliers (mises à blanc, vides totaux), des informations sont relevées quant au peuplement exploité ou au peuplement environnant (essence, structure, éventuellement âge).

#### 4.2.4. Mesures dendrométriques et observations individuelles

Elles sont effectuées sur tous les arbres vivants de l'unité d'échantillonnage répondant aux critères de sélection (circonférences et distances) et notées dans les tableaux de la fiche de pointage "dendrométrie" (fig. 2). L'espèce forestière et la circonférence à 1,5 m du sol sont relevées pour chaque arbre mesuré de la futaie ou du taillis.

1.F.W.

**STRUCTURE**

Fut. 1 ét.	1 0	TSF	4 0	J. Futaie	7 0
Fut. 2 ét.	2 0	TS	5 0	Indéterm.	8 0
Fut. Jard.	3 0	Plantation	6 0		

**ARBRES DE FUTAIE**

N° arb	Ess	C150 (cm)	Azi (°)	Dist. (m)	Etage (1-2)	Htot (m)	Hdéc (m)	H1 <sup>er</sup> déf. (m)	Q <sup>ié</sup> (1 - 4)	ES (1 - 4)	Mart	Remarques
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25												

Essence	Etage	Age	Tube n°	%

Essence	Semis	Fourrés	Gaulis
	%		
	%		
	%		
	%		

TAILLIS					
ESS	C150				

FUTAIE - Arbres chablis ou morts				
Ess.	C150	Dist.	Azi.	Date

Figure 2. - Fiche de pointage relative aux mesures dendrométriques et à diverses observations qualitatives.  
*Field sheet concerning measurements of standing timber and various qualitative observations.*

En ce qui concerne plus spécifiquement les peuplements feuillus, les mesures et observations suivantes sont effectuées :

- pour tout arbre mesuré :
  - . la hauteur totale (jusqu'au bourgeon terminal) du fait que le volume de chaque arbre est calculé selon un tarif de cubage à 2 entrées ;
  - . un diagnostic sur l'état sanitaire de l'arbre au vu de sa vitalité (cime, écorce, ...). Quatre classes sont prévues depuis le stade 1 (arbre sain) jusqu'au stade 4 (arbre presque mort) ;
- pour les arbres de 120 cm et plus de circonférence à 1,5 m :
  - . la hauteur à la découpe marchande (sciage) ;
  - . la qualité individuelle de l'arbre qui est appréciée sur la base de l'examen de l'aspect extérieur de la bille de pied (conformation, rectitude, nodosité, ...) ; ces critères déterminent quatre catégories :
    - . qualité 1 : tranchage, déroulage, ébénisterie,
    - . qualité 2 : menuiserie intérieure et extérieure, belle charpente,
    - . qualité 3 : charpente courante, traverses, usages industriels,
    - . qualité 4 : bois de feu, trituration ;
  - . la hauteur au premier défaut pour les grumes de qualités 1 ou 2.

En ce qui concerne les futaies résineuses, seules les hauteurs totales des plus grosses tiges sont mesurées (hauteur dominante du peuplement)<sup>(1)</sup>. Trois classes de qualité sont distinguées pour les grumes de 90 cm et plus de circonférence : qualité 1 (arbre de massif), qualité 2 (arbre de bordure), qualité 3 (arbre à défauts tels que pourriture, dégâts de gibier, ...). L'examen de l'état sanitaire est réalisé comme pour les feuillus.

L'âge est estimé pour les peuplements résineux équiennes ; cette information est fournie par le gestionnaire (carnet de terrain, plan de gestion) ou obtenue par comptage de cernes (souche récente) ou encore par sondage d'un arbre moyen à la tarière de PRESSLER à 30 cm au-dessus du niveau du sol. Lorsque, pour des essences en peuplements équiennes, on dispose de modèles de croissance, l'âge du peuplement et sa hauteur dominante sont utilisées pour calculer un indice de fertilité.

#### 4.2.5. Peupleraies et alignements

Les peupliers en massifs et en alignements font l'objet d'un inventaire particulier. Les mesures sont identiques à celles effectuées en forêt si ce n'est pour les hauteurs totales et les découpes. Seules les hauteurs totales des deux arbres dont les circonférences sont les plus proches de la circonférence moyenne des peupliers échantillonnés sont mesurées ; leur hauteur moyenne est assimilée à la hauteur totale de chaque arbre-échantillon dont le volume est calculé selon un tarif à deux entrées. Les distances de plantation sont mesurées dans les deux sens et sont utilisées pour le calcul de la densité de la peupleraie à l'hectare.

---

<sup>(1)</sup> Une étude complémentaire, réalisée par nos soins, a montré que le volume des peuplements résineux pouvait être estimé sans perte significative de précision selon un tarif de cubage à une entrée gradué en fonction de la hauteur dominante.

Les mêmes principes régissent le travail dans les alignements, qu'ils soient de peupliers ou d'autres essences forestières. L'échantillon comporte 12 bois (6 de part et d'autre du centre de la placette linéaire). Les informations récoltées permettent d'estimer les paramètres dendrométriques ramenés à l'hectomètre d'alignement. Des conventions particulières sont d'application pour les alignements doubles ou triples [HEBERT *et al.*, 1992].

### 4.3. Transcription des données

Toutes les informations recueillies sont inscrites sur des formulaires spécifiques, prévus pour chaque type de données. Un membre de l'équipe de travail est chargé de la transcription. Une fois les mesures et observations réalisées, chaque formulaire est vérifié afin d'éviter toute omission ou erreur dans les données. Au bureau, il est à nouveau contrôlé par le responsable de l'inventaire avant d'entrer dans la filière proprement dite de traitement.

## 5. Traitement des données

Le traitement comporte l'ensemble des opérations qui concernent les données depuis leur récolte sur le terrain jusqu'à leur enregistrement en mémoire sur support magnétique. Il s'agit donc de la préparation des données (encodage, calcul de paramètres, réduction sous forme de variables synthétiques, ...) et de la constitution d'une base de données dans laquelle sont stockées les données brutes et élaborées.

Le traitement et la présentation des résultats sont pris en charge par un système de gestion de base de données (ACCESS)<sup>(1)</sup>, au travers de plusieurs "opérations" ou "menus" : encodage, traitement, sélection et présentation des résultats.

### 5.1. Structure de la base de données

Les données brutes ou traitées sont stockées dans une base de données relationnelle constituée de plusieurs tables reliées entre elles par une variable commune servant de "pont" ; le couple de données carte IGN/numéro de placette en fait office. Deux versions de la base de données existent : la première contient les données brutes, telles qu'elles ont été récoltées sur le terrain, la seconde contient outre ces données brutes, les données traitées (issues de calculs) telles que paramètres dendrométriques à l'hectare, répartitions par classes d'âge, classes de fertilité, ...

Douze tables composent actuellement la base de données : la table 1 renferme les caractéristiques générales de l'unité d'échantillonnage ; les tables 2 et 3 concernent la futaie (essences et arbres respectivement), les tables 4 et 5 contiennent des données sur le taillis (essence et brins), la table 6 concerne la régénération, la table 7 regroupe les renseignements relatifs à chaque essence tandis que dans la table 8 on trouve les équations de cubage [DAGNELIE *et al.*, 1985] utilisées en vue de l'estimation des

---

(1) ACCESS est un produit Microsoft.

volumes bois fort tige du matériel ligneux. Les tables 9 et 10 concernent les peupleraies tandis que les tables 11 et 12 sont relatives aux alignements.

## 5.2. Encodage des données

Le menu "encodage" du logiciel de traitement permet d'encoder, de mettre à jour, de modifier et de consulter les données relatives aux différentes unités d'échantillonnage. Il consiste en une simple retranscription des informations et mesures contenues dans les fiches de terrain, en suivant l'ordre de celles-ci. L'encodage d'une unité d'échantillonnage fait l'objet d'un écran composé de plusieurs tableaux, présentés de façon claire et conviviale et accessibles dans l'ordre d'encodage. Ils concernent successivement :

- la placette (données générales et classification de l'unité d'échantillonnage) ;
- la futaie (arbres et essences) ;
- le taillis (essences et brins mesurés) ;
- la régénération.

Au cours de l'encodage, divers contrôles automatiques sont réalisés par le programme (ordre de grandeur, respect des codifications prévues, ...). Malgré ces précautions, des erreurs non détectables peuvent subsister ; aussi une vérification complémentaire est-elle effectuée par une tierce personne.

## 5.3. Traitement proprement dit des données

Le traitement est composé de diverses procédures qui mettent à jour les différentes tables et élaborent les données réduites grâce à des calculs ou des déterminations adéquates : hauteur dominante, classe de fertilité<sup>(1)</sup>, volume des arbres de la futaie et des brins du taillis, type de peuplement pour chaque unité d'échantillonnage, circonférence moyenne et circonférence dominante pour chaque essence, pourcentage en surface terrière de chaque essence de la futaie, nombre de tiges, surface terrière et volume à l'hectare, erreur d'échantillonnage.

De nombreuses conventions qu'il serait trop long d'énumérer ici régissent ce traitement. Ainsi, à titre d'exemple, la surface terrière et le volume de chaque arbre sont ramenés à l'hectare via un facteur d'extrapolation (aussi appelé facteur d'extension), qui est le rapport à l'hectare de la surface de la placette à laquelle il appartient.

L'erreur d'échantillonnage, quant à elle, est calculée selon la méthode utilisée pour l'échantillonnage aléatoire. En effet, on peut admettre, dans le contexte d'un inventaire régional, que la distance entre les unités d'échantillonnage (dans le cas présent 1.000 m et 500 m) est telle qu'il n'existe pas de corrélation entre les mêmes variables observées au sein d'unités d'échantillonnage successives.

---

(1) Uniquement prévu pour les essences qui ont fait l'objet de construction de modèles de croissance ou de tables de production [DAGNELIE *et al.*, 1988 ; RONDEUX *et al.*, 1991] applicables en Région wallonne ou d'études de croissance de la hauteur dominante en fonction de l'âge.

Les surfaces sont estimées de deux manières :

- par mesure directe (via digitalisation) sur orthophotoplans ou photos aériennes redressées pour les grands types de peuplements identifiables sur ces documents et ce, de façon globale ;
- par comptage de points pour les surfaces concernant des types de peuplements ou des résultats plus précis tels que surfaces par classes d'âge, par classes de pente, par volumes moyens à l'hectare, ...

Dans ce dernier cas, une erreur d'échantillonnage, fonction du nombre de points comptabilisés, est calculée sur l'estimation de la surface, grâce à la méthode proposée par BOUCHON [1975], dérivée de l'application de la théorie des variables régionalisées.

Une fois calculées, les données traitées complètent la base de données brutes. La base de données traitées est susceptible d'être exploitée selon diverses procédures.

#### 5.4. Interrogation de la base de données

L'utilisateur des données de l'Inventaire Forestier Wallon peut obtenir des résultats non seulement sur l'ensemble des points inventoriés mais également sur certains d'entre eux retenus en fonction de critères particuliers (essence, structure, pente, âge, propriétaire, ...). Il existe évidemment de multiples possibilités de sélection que ce soit au niveau placettes, essences ou variables.

La sélection au niveau "*placettes*" reprend tous les critères de choix relatifs aux placettes (données générales et descriptives, topographiques, pédologiques, ...).

La sélection au niveau "*essences*" concerne toutes les caractéristiques propres aux essences rencontrées (hauteur dominante, surface terrière, volume, circonférence moyenne, ...).

La sélection au niveau "*variables*" permet, pour certains types de résultats, de choisir les variables dignes d'intérêt ; à titre d'exemple, pour une essence déterminée : surface terrière, circonférences moyenne et dominante, hauteur dominante.

Afin de fixer les idées, le système de gestion et d'exploitation de la base de données permet de répondre à une multitude de requêtes du genre : "Quel est le matériel ligneux pour les chênes de 120 cm et plus de circonférence à hauteur d'homme dans les taillis sous futaie de telle région naturelle ?" ou encore "Quels sont les volumes d'épicéa dans les peuplements gérés par le Service forestier et âgés de plus de 50 ans dans un rayon de 20 km autour de la localité située au point de coordonnées X,Y ?".

Ces requêtes peuvent faire l'objet de hiérarchisations, c'est-à-dire comporter plusieurs niveaux. On s'inquiétera cependant, dans ces conditions, de la valeur des résultats obtenus à partir de moyennes basées sur des nombres de points de sondage de plus en plus réduits.



## 6. Présentation des résultats

Les résultats sont disponibles sous les trois formes traditionnelles que sont : tableaux, cartes et graphiques.

### 6.1. Les tableaux

Quatre listings ont trait aux points forestiers mesurés et non-mesurés :

- le listing par structures et types de peuplement, valable pour les feuillus et les résineux ;
- le listing par classes d'âge (uniquement pour les résineux) ;
- le listing par unités d'échantillonnage ;
- le listing par catégories de grosseur.

D'autres sorties plus spécifiques présentent les résultats relatifs aux points comportant des régénérations naturelles, aux coupes à blanc, aux vides totaux dans les peuplements et aux points spéciaux (forestiers improductifs).

#### 6.1.1. Le listing par structures et types de peuplements

Pour chaque structure et à l'intérieur de chacune d'entre elles, ainsi que pour chaque type de peuplement, l'utilisateur dispose d'informations dendrométriques relatives à l'ensemble des unités d'échantillonnage sélectionnées (fig. 3). Pour chaque essence, le listing comporte les résultats suivants :

- nombre de tiges à l'hectare ;
- surface terrière à l'hectare (en m<sup>2</sup>) ;
- volume moyen à l'hectare (en m<sup>3</sup> de bois fort tige) ;
- circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne (en cm) ;
- pourcentage de chaque essence dans le volume total ;
- répartition des nombres de tiges et volumes à l'hectare pour les principales catégories de grosseur commerciale ;
- nombre de points sur lequel s'appuient ces résultats ;
- erreur d'échantillonnage (exprimée en %).

## Futaie à 1 étage Hêtraie 123 placettes

	étage	nha	gha	cmoy	vha	pcgha	n1	v1	n2	v2	n3	v3	n4	v4	n5	v5
Chênes indigènes	1	11.86	2.13	150.18	26.01	9.44	2.00	1.04	0.35	0.32	4.11	7.21	3.23	8.29	2.17	9.16
Chêne rouge	1	0.08	0.02	193.00	0.37	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.37
Hêtre	1	236.60	19.92	102.86	242.23	88.36	156.88	34.32	20.50	23.47	20.77	36.85	18.72	50.89	19.73	96.70
Erable sycomore	1	1.74	0.14	102.29	1.37	0.64	1.31	0.60	0.00	0.00	0.17	0.20	0.18	0.31	0.08	0.26
Frêne	1	0.16	0.03	146.94	0.45	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.17	0.08	0.28	0.00	0.00
Bouleau	1	1.28	0.01	36.00	0.08	0.06	1.28	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Charme	1	5.78	0.10	45.68	0.69	0.43	5.78	0.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Châtaignier	1	0.64	0.03	80.85	0.35	0.15	0.64	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sorbier	1	0.40	0.04	110.49	0.33	0.17	0.00	0.00	0.32	0.24	0.08	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
Autres saules	1	1.28	0.00	20.00	0.00	0.02	1.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Epicéa commun	1	1.12	0.10	105.17	1.19	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.96	0.89	0.16	0.30
Sapin de douglas	1	1.29	0.01	24.00	0.03	0.03	1.29	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pin sylvestre	1	0.08	0.01	121.00	0.10	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
<b>TOTAUX</b>		262.30	22.54	103.9	273.19	100	170.46	37.10	21.16	24.02	25.22	44.53	23016	60.67	22.30	106.88

Figure 3. -Tableau de résultats présentés par structures, types de peuplements et essences.

*Results presented by stand structures, stand types (based upon species) and forest species.*

## 6.1.2. Le listing par classes d'âge

Avant tout conçu pour les peuplements résineux mais utilisable pour tous les peuplements équiennes, il présente pour les différentes classes d'âge les informations suivantes:

- nombre de points mesurés et non-mesurés ;
- volume bois fort tige à l'hectare (en m<sup>3</sup>) ;
- surface terrière à l'hectare (en m<sup>2</sup>) ;
- nombre de tiges à l'hectare ;
- circonférence de l'arbre de surface terrière moyenne (en cm).

Cette présentation (fig. 4) est elle-même subdivisée en divers tableaux selon que les peuplements sont purs ou quasi-purs, en mélange, à un ou plusieurs étages.

Les classes d'âge peuvent être ventilées au choix de 5 en 5 ans, de 10 en 10 ans ou de 20 en 20 ans.

## 6.1.3. Le listing par unités d'échantillonnage

Il reprend, sous la forme d'un tableau comportant une ligne par unité d'échantillonnage, un ensemble d'informations (observations et résultats) qui caractérisent les points de sondage répondant aux critères de choix de l'utilisateur. Celui-ci détermine lui-même les résultats qu'il désire obtenir (par le menu de sélection des variables) ou les conditionne à des requêtes standardisées.

Essence : Epicéa

Classe d'âge	Nombre de placettes	Plac. mes.	Plac. n. mes.	NHA	GHA (m <sup>2</sup> /ha)	VHA (m <sup>3</sup> /ha)	Cmoy (cm)	Hdom (m)	Ifer
0-9	40	0.0	39.2				0.0		
10-19	33	4.9	28.0	3003.0	31.45	165.52	36.3	11.2	
20-29	41	28.1	12.0	1972.0	36.37	285.06	48.1	18.3	1.40
30-39	80	74.7	4.9	1294.5	40.70	387.74	62.9	21.3	2.07
40-49	68	66.8	1.0	982.9	44.19	472.64	75.2	24.0	2.52
50-59	28	27.9	0.0	533.4	39.85	477.72	96.9	26.9	2.29
60-69	34	33.4	0.0	394.3	38.09	490.16	110.2	29.1	2.35
70-79	14	13.9	0.0	223.6	25.47	338.51	119.6	30.6	2.35
80-89	3	3.0	0.0	316.5	31.90	402.93	112.5	27.7	2.90
90-99	4	4.0	0.0	189.9	30.78	448.62	142.7	34.0	1.77

Figure 4. - Tableau des résultats présentés par classes d'âge (peuplements résineux).  
Results presented by age classes (coniferous stands).

#### 6.1.4. Le listing par catégories de grosseur

Il fournit pour les essences rencontrées les trois grands paramètres dendrométriques (nombre de tiges, surface terrière et volume à l'hectare). Des totaux sont effectués pour chaque classe de grosseur et pour chaque essence. L'utilisateur peut choisir plusieurs ventilations en fonction de la circonférence à 1,5 m :

- classes de circonférence de 10 en 10 cm à des fins de gestion ;
- classes de circonférence de 20 en 20 cm, de 40 en 40 cm ou à son propre choix à des fins économiques ;
- catégories commerciales usuelles pour les feuillus et les résineux.

## 6.2. Les cartes et graphiques

Un des produits élaborés de l'inventaire consiste en des cartes de peuplements réalisées sur base de la photo-interprétation utilisant les ressources d'un système d'information géographique (SIG).

L'échantillonnage systématique permet de réaliser une cartographie de type thématique, c'est-à-dire une cartographie où chaque point visité est identifié par un symbole conventionnel qui est fonction de la valeur prise par la variable considérée (volume à l'hectare, nature du propriétaire, type de peuplement, par exemple).

Enfin, il est possible de cartographier certains paramètres (âge moyen, indice de fertilité) sur un fond topographique où sont délimitées certaines entités administratives.

L'utilisation de logiciels graphiques permet de visualiser les résultats sous de multiples formes : diagrammes en bâtons, histogrammes, polygones de fréquence ou encore "camemberts", que ce soit en noir et blanc ou en couleurs, en deux ou en trois dimensions, ou encore par l'intermédiaire de diagrammes de régression ou de dispersion.

## 7. Conclusions

L'inventaire forestier permanent, actuellement opérationnel en Région Wallonne, est un outil performant, capable d'atteindre des objectifs qui se situent principalement aux trois niveaux suivants :

- *la politique forestière régionale* : les résultats obtenus doivent permettre d'orienter globalement la gestion forestière régionale (options stratégiques, subventions, élaboration de textes de loi, ...)
- *l'industrie* : les industries sont les principales utilisatrices des résultats d'un inventaire forestier régional en vue d'investissements, de développements ou d'adaptations de leurs capacités de production ;
- *les potentialités de production* : la réalisation de mesures dendrométriques combinée à la collecte d'informations relatives au milieu est utile pour l'étude de l'utilisation optimale des sols.

Il peut aussi jouer un rôle moteur comme instrument de surveillance et de levier de prises de décisions dans la stratégie régionale de gestion forestière intégrant les concepts de biodiversité et de développement durable.

Cet inventaire est avant tout un outil dont l'entretien au fil du temps est essentiel ; en d'autres termes, la méthodologie proposée doit évoluer, notamment en intégrant les développements technologiques en matière de télédétection (particulièrement spatiale), de matériels et de logiciels informatiques ainsi que de techniques d'échantillonnage dans une logique de compromis qualité/coût.

Enfin, à l'instar de ce qui existe dans d'autres pays, le fonctionnement efficace de cet outil, aussi performant soit-il, ne pourra être assuré que dans le cadre d'une cellule autonome, exclusivement occupée à son exécution, composée d'un personnel spécialisé, idéalement située dans un contexte scientifique ou, à défaut, dotée d'un accompagnement scientifique rigoureux appelé à régler des problèmes ponctuels et à assurer l'indispensable actualisation de la méthodologie.

## BIBLIOGRAPHIE

- BOUCHON J. [1975] - Précision des mesures de superficies par comptage de points. *Ann. Sci. For.* **32**, 131-134.
- DAGNELIE P., PALM R., RONDEUX J., THILL A. [1985] - *Tables de cubage des arbres et des peuplements forestiers*. Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux, 148 p.
- DAGNELIE P., PALM R., RONDEUX J., THILL A. [1988] - *Tables de production relatives à l'épicéa commun*. Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux, 123 p.
- HEBERT J., VAN WYNSBERGHE S., RONDEUX J., TOUSSAINT A. [1992] - Technique d'inventaire d'alignements forestiers : Application aux brise-vent situés dans le Nord du Sénégal. *Cah. For. Gembloux* **6**, 15 p.

- INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL FRANÇAIS [1985] - *But et méthodes de l'Inventaire Forestier National*. Paris, Ministère de l'Agriculture, Service des Forêts, 67 p.
- LECOMTE H. [1994] - *Rapport final de la Convention de Recherche "Inventaire Forestier Wallon"*. Gembloux, Faculté des Sciences agronomiques, Unité de Gestion et Economie forestières, 84 p.
- LECOMTE H., RONDEUX J., LAURENT C. [1984] - Estimation de la surface forestière wallonne par comptage de points. *Bull. Soc. R. For. Belg.* **91**, 150-158.
- LECOMTE H., RONDEUX J. [1991] - Les inventaires forestiers nationaux en Europe : tentative de synthèse. *Silva Belgica* **98**, 13-19 et **98**, 41-50.
- LECOMTE H., HEBERT J., RONDEUX J. [1994] - Comparaison de plusieurs types d'unités d'échantillonnage dans la perspective d'un inventaire forestier régional. *For. Chron.* **70**, 304-310.
- LECOMTE H., RONDEUX J. [1994] - L'inventaire forestier régional wallon : brève présentation méthodologique. *Silva Belgica* **101**, 9-16.
- RONDEUX J. [1979] - Détermination des surfaces forestières par comptage de points et par transects. *Ann. Gembloux* **85**, 91-98.
- RONDEUX J. [1993] - *La mesure des arbres et des peuplements forestiers*. Gembloux, Presses agronomiques de Gembloux, 521 p.
- RONDEUX J., CORDONNIER A., FAGOT J., HEBERT J., LAURENT C., LECOMTE H., OTOUL C., QUESTIENNE Ph., TOUSSAINT A. [1984] - *Inventaire des Ressources Forestières Wallonnes. Guide méthodologique*. Gembloux, Faculté des Sciences agronomiques, Unité de Gestion et Economie forestières, 170 p.
- RONDEUX J., LECOMTE H., FAGOT J., LAURENT C., TOUSSAINT A. [1986] - Quelques données statistiques récentes sur la forêt wallonne. *Bull. Soc. Roy. For. Belgique* **93**, 1-22.
- RONDEUX J., LAURENT C., THIBAUT A. [1991] - Construction d'une table de production pour le douglas [*Pseudotsuga menziesii* (MIRB.) FRANCO]. *Cah. For. Gembloux* **3**, 23 p.
- RONDEUX J., LECOMTE H. [1996] - *Guide méthodologique de l'inventaire des ressources ligneuses de Wallonie*. Gembloux, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques, Unité de Gestion et Economie forestières, 208 p.
- SCHMIDT-HAAS P., WULLSCHLEGER E. [1978] - Plan for a Swiss National Inventory. *Proceedings Congress IUFRO*, Bucarest, 1978, 534-544.

### Dans la même collection

- N° 1 La forêt et les forestiers : réalités, nouvelles approches et défis  
par J. RONDEUX
- N° 2 Pour une production ligneuse de qualité : impératifs écologiques et sylvicoles  
par Ph. BAIX, M. DETHIOUX et J. RONDEUX
- N° 3 Construction d'une table de production pour le douglas [*Pseudotsuga menziesii* (MIRB.) FRANCO] en Belgique  
par J. RONDEUX, C. LAURENT et A. THIBAUT
- N° 4 Nouveaux développements dans l'usage de l'informatique dans l'aménagement forestier  
par J. RONDEUX
- N° 5 Les inventaires forestiers en Europe : Tentative de synthèse  
par H. LECOMTE et J. RONDEUX
- N° 6 Technique d'inventaire d'alignements forestiers : Application aux brise-vent situés dans le nord du Sénégal  
par J. HEBERT, S. VANWIJNSBERGHE, J. RONDEUX et A. TOUSSAINT
- N° 7 Etablissement de courbes de productivité pour les peuplements de frêne (*Fraxinus excelsior* L.) en région limono-calcaire du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse  
par A. THIBAUT, H. CLAESSENS, J. RONDEUX
- N° 8 Essai d'amélioration de la pisciculture de l'Ombre commun [*Thymallus thymallus* L.]  
par B. LAFFINEUR, W. DELVINGT, A. LAMOTTE
- N° 9 Le "Programme de développement de la Région Nord" en République Centrafricaine. L'expérience de la zone pilote de Sangba  
par T. d'ESPINEY, J. TELLO, W. DELVINGT
- N° 10 Management information systems : emerging tools for integrated forest planning  
par J. RONDEUX
- N° 11 Facteurs écologiques de production du frêne (*Fraxinus excelsior* L.) en Condroz et productivité des stations potentielles  
par H. CLAESSENS, A. THIBAUT, J. RONDEUX
- HS1 Etre ingénieur agronome forestier  
par J. RONDEUX
- N° 12 Ressources naturelles et inventaires intégrés : la logique du possible  
par J. RONDEUX
- N° 13 MODELES DE CROISSANCE ET GESTION DES FORETS : UNE ETROITE COMPLEMENTARITE  
PAR J. RONDEUX
- N° 14 GEO-REFERENCED FOREST INFORMATION FOR BELGIUM  
PAR J. RONDEUX
- N° 15 L'INVENTAIRE FORESTIER WALLON : UN OUTIL DE DEVELOPPEMENT REGIONAL  
PAR J. RONDEUX
- HS2 QUELLE STRATEGIE POUR LE DEVELOPPEMENT RURAL DANS LA STRUCTURATION DE L'ESPACE REGIONAL ?  
PAR J. RONDEUX
- N° 16 INDICES ET COURBES DE FERTILITE POUR LES PEUPELEMENTS DE DOUGLAS (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* (Mirb.) Franco) EN BELGIQUE  
PAR A. THIBAUT, J. RONDEUX, H. CLAESSENS
- N° 17 CLASSEMENT D'ASPECT APPLIQUE AUX SCIAGES D'EPICEA COMMUN (*PICEA ABIES* (L.) KARST) D'ARDENNE  
PAR F. BAILLY, H. LECOMTE, L. FRAIPONT
- N° 18 EVOLUTION DES PRINCIPAUX TYPES D'AIDES A LA DECISION EN MATIERE DE GESTION FORESTIERE  
PAR P. LEJEUNE, J. RONDEUX, J. HEBERT